



Alle de Brieven
van
Antoni van Leeuwenhoek

Een volledige Uitgave van Leeuwenhoeks Werken, toegelicht en gezien in het Perspectief van de Geschiedenis der Wetenschappen en Geneeskunde, in het bijzonder met betrekking tot de algemene en biologische Mikroskopie

---

Uitgegeven onder de Auspiciën van de Leeuwenhoek-Commissie
der Koninklijke Nederlandse Akademie van Wetenschappen

Deel IX (1692-1694)

Geredigeerd door Drs. J. Heniger

SWETS & ZEITLINGER — AMSTERDAM
1976

The Collected Letters of Antoni van Leeuwenhoek

A complete Edition of the Works of Van Leeuwenhoek, annotated and considered in the Perspective of the History of Science and Medicine, with special reference to general and biological Microscopy

---

Issued under the Auspices of the Leeuwenhoek-Commission of the Royal Netherlands Academy of Sciences and Letters

---

Volume IX (1692-1694)

Edited by Drs J. Heniger

SWETS & ZEITLINGER — AMSTERDAM
1976

Deze uitgave is tot stand gekomen met steun van de Nederlandse Organisatie voor Zuiver-Wetenschappelijk Onderzoek (Z.W.O.)

The publication of this book was made possible through financial assistance of the Netherlands Organization for the Advancement of Pure Research (Z.W.O.)



ISBN 90 265 0220 6



Maria II Stuart, Koningin van Groot-Brittannië.
Anonieme miniatuur op blik uit de Hollandse School, 17de eeuw.
(Rijksmuseum Amsterdam, Cat. no. 257c.)
(Vgl. Brief 124, blz. 170.)

Mary II Stuart, Queen of Great Britain.
Anonymous miniature on tin from the Dutch School, 17th century.
(Rijksmuseum Amsterdam, Cat. no. 257c.)
(See Letter 124, p. 171.)

Voorwoord voor Deel IX

Preface to Vol. IX

VOORWOORD

De verschijning van Deel IX van *Alle de Brieven van Antoni van Leeuwenhoek* heeft door allerlei omstandigheden veel langer op zich doen wachten dan de Commissie lief was. De voornaamste oorzaak is enerzijds gelegen in het traag binnenkomen van gevraagde aantekeningen en anderzijds in nog te noemen veranderingen in de staf van werkers aan deze uitgave. Het is intussen het ernstige streven van de Commissie en van de huidige redactie om de volgende delen in een sneller tempo het licht te doen zien.

Deel IX bevat de Brieven 120 tot en met 133, geschreven tussen 22 april 1692 en 24 februari 1694, dus een periode van bijna twee jaar. Van deze brieven zijn er acht door LEEUWENHOEK zelf genummerd: 72 tot en met 79. De overige zes brieven zijn zg. tussenbrieven, welke hij zonder nummering zond aan RICHARD WALLER, koningin MARIA II van Groot-Brittannië en PIETER RABUS.

Zoals reeds vroeger het geval is geweest, zijn in dit deel ook weer enige brieven van tijdgenoten aan Leeuwenhoek opgenomen, namelijk van CHRISTIAAN HUYGENS, RICHARD WALLER, GEORGE GARDEN en PIETER RABUS, aangezien deze de inhoud van LEEUWENHOEK's brieven min of meer verduidelijken.

De Brieven 120 [72] en 121 [73] geven een aantal proeven met een luchtpomp weer, waaruit LEEUWENHOEK de gevolgtrekking maakt, dat het bloed geen rol van betekenis zou spelen bij de opneming van lucht in het lichaam.

In Brief 122 [74], die handelt over de anatomie van het hout, herziet hij vroegere opvattingen over bouw en functie van verschillende elementen van het hout.

In Brief 123 [75] beschrijft LEEUWENHOEK opnieuw zijn waarnemingen van micro-organismen in de tandaanslag, en doet hij een – niet geslaagde – poging om de voortplanting van de paling op te helderen.

In Brief 126 [76] treft men een prachtige beschrijving aan van de voortplanting van de vlo.

Brief 129 [77] behelst fraaie waarnemingen over de voortplanting van de mijt en de luis.

In Brief 131 [78] worden enige wormen behandeld, die als parasieten bij de mens voorkomen, en wordt getracht een theorie op te bouwen over de wijze van besmetting.

In Brief 133 [79] tenslotte toont LEEUWENHOEK zijn belangstelling in de scheikunde en beschrijft hij de oxydatie van witte fosfor.

In de aantekeningen zijn meer gegevens dan vroeger opgenomen over de opvattingen van LEEUWENHOEK's tijdgenoten, die relief geven aan de achtergrond van diens waarnemingen en inzichten. Ook zal men toevoegingen aantreffen uit de archieven van de Royal Society, die betrekking hebben op de ontvangst en de bewerking van de brieven aan dit geleerde genootschap. Voorts is een scheiding aangebracht tussen de tekstvarianten en de wetenschappelijke aantekeningen.

De voorbereiding van enige van deze brieven werd nog verzorgd door Dr. J. J. SWART, aan wie dank verschuldigd is voor de uitgave van de drie voorgaande delen. Dr. SWART legde op 1 januari 1969 zijn taak neer; deze werd overgenomen door Drs. J. HENIGER, die verbonden is aan het Biohistorisch Instituut te Utrecht, waar de redactionele werkzaamheden sinds de vorige redacteur reeds plaatsvonden.

PREFACE

Through a variety of circumstances the publication of Volume IX of *The Collected Letters of Antoni van Leeuwenhoek* has been delayed much longer than the Commission cared for. The principal causes consisted on the one hand in the tardy way in which requested notes were forthcoming and on the other hand in changes in the staff of workers on this edition, to be mentioned below. However, the Commission and the present editor seriously intend to speed up the publication of the later volumes.

Volume IX contains the Letters 120 up to and including 133, written between 22 April 1692 and 24 February 1694, *i.e.* a period of nearly two years. Eight of these letters were numbered by LEEUWENHOEK himself: 72 up to and including 79. The other six letters are the so-called intermediate letters, which he sent, without numbering them, to RICHARD WALLER, Queen MARY II of Great Britain, and PIETER RABUS.

As has been done previously, in this volume again some letters have been included which were written to LEEUWENHOEK by contemporaries, *viz.* by CHRISTIAAN HUYGENS, RICHARD WALLER, GEORGE GARDEN, and PIETER RABUS, since they elucidate the content of LEEUWENHOEK's letters to some extent.

The Letters 120 [72] and 121 [73] describe a number of experiments with an air-pump, from which LEEUWENHOEK draws the conclusion that blood does not play any appreciable role in the absorption of air into the body.

In Letter 122 [74], which deals with the anatomy of wood, he reconsiders his earlier views about the structure and function of various elements of wood.

In Letter 123 [75] LEEUWENHOEK again describes his observations of micro-organisms in dental tartar and makes an – unsuccessful – attempt to elucidate the reproduction of the eel.

In Letter 126 [76] a wonderful description of the reproduction of the flea is to be found.

Letter 129 [77] contains excellent observations on the reproduction of the mite and the louse.

In Letter 131 [78] LEEUWENHOEK deals with some worms which are parasitic on man and makes an attempt to build up a theory about the way in which the infection takes place.

In Letter 133 [79], finally, LEEUWENHOEK evinces his interest in chemistry and describes the oxidation of white phosphorus.

The notes contain more details than in earlier volumes about the notions of LEEUWENHOEK's contemporaries, which throw into relief the background of his observations and views. Additional remarks will also be found, which are based on the records of the Royal Society and concern the receipt and the handling of the letters to this learned society. Furthermore, a separation has been brought about between the alternative readings of the text and the scientific notes.

The preparation of some of these letters was still attended to by Dr J. J. SWART, to whom the Commission is indebted for the editing of the three preceding volumes. Dr SWART laid down his task on 1 January 1969; it was taken over by Drs J. HENIGER, who is on the staff of the Biohistorical Institute at Utrecht, where the editorial activities already took place from the moment the former editor took up his task.

Ook voor dit deel heeft Dr. B. C. Damsteegt weer gezorgd voor de transcriptie van de in het Nederlands gestelde brieven en voor de taalkundige bewerkingen; de niet-gesigneerde taalkundige opmerkingen zijn van zijn hand; de overige niet-gesigneerde wetenschappelijke opmerkingen van die van de huidige redacteur.

De Engelse vertaler E. van Loo werd in 1967 opgevolgd door Mej. C. Dikshoorn te Zeist.

Prof. Dr. Hugh Nicol, aan wie de Commissie veel dank verschuldigd is voor de correctie van de Engelse vertaling, overleed op 27 augustus 1972. Hij verzorgde nog de correctie van de Brieven 124 en 133, alsmede die van Huygens. Gelukkig werd Dr. C. H. Talbot te Londen bereid gevonden zijn werk voort te zetten.

De sterk gestegen drukkosten hebben doen besluiten tot een geringe wijziging in de typografische uitvoering. Ook dit maal waren het weer de „Koninklijke Nederlandse Akademie van Wetenschappen" en het „Dr. Hendrik Muller's Vaderlandsch Fonds", welke tegemoet kwamen aan de financiële behoeften. Mede omdat deze sinds de verschijning van het vorige deel zo zeer waren toegenomen, past hier een woord van grote dank aan deze instanties voor hun royale bijstand.

De samenstelling der Commissie heeft in de afgelopen jaren verschillende wijzigingen ondergaan. Enkele leden ontvielen ons door de dood, anderen zagen zich genoodzaakt zich uit de Commissie terug te trekken.

Op 22 januari 1972 overleed Prof. Dr. G. C. Heringa, die sinds het begin van de werkzaamheden lid van de Commissie is geweest en gedurende een lange reeks van jaren een belangrijk aandeel in de beraadslagingen had.

Op 12 september 1973 overleed Prof. Dr. J. Dankmeijer, die sinds 1965 deel uit maakte van de Commissie en daarin belangrijke adviezen gaf.

Op 30 augustus 1974 stierf Dr. A. Schierbeek. Hij had een groot aandeel in de initiatieven die leidden tot de publicatie van *Alle de Brieven* en de betreffende redactionele leidraad. Sinds het begin was hij een vooraanstaand lid van de Commissie. Als redacteur van *Alle de Brieven*, van 1947 tot 1958, en als lid van de Commissie speelde hij een grote, vaak zelfs overheersende rol in de aangelegenheden en het streven van de Commissie.

Prof. Dr. H. W. Julius, die sinds 1956 als voorzitter optrad, meende zijn lidmaatschap in 1971 te moeten beëindigen. Tijdens zijn voorzitterschap zijn de vier voorafgaande delen tot stand gekomen. De Commissie heeft zijn besluit om zich terug te trekken zeer betreurd en uiting gegeven aan haar dankbaarheid voor de voortreffelijke leiding, die hij haar zo lange tijd heeft gegeven. In zijn plaats werd Prof. Dr. M. A. Donk benoemd, die in 1972 als voorzitter optrad, doch reeds op 2 september van dat jaar kwam te overlijden, zodat de Commissie helaas slechts korte tijd van zijn bekwaamheden heeft kunnen profiteren.

Prof. Dr. J. R. Prakken trad in 1970 af, Mejuffrouw Dr. M. Rooseboom in het daarop volgende jaar. Ook aan hen is de Commissie dank verschuldigd voor hun aandeel in haar werk.

Als nieuwe leden traden toe Dr. P. Smit te Nijmegen (1968), die speciaal belast werd met het toezicht op de redactionele werkzaamheden, Drs. A. J. F. Gogelein, directeur van het Rijksmuseum voor de Geschiedenis der Natuurwetenschappen te Leiden (1971), en Prof. Dr. F. A. Stafleu te Utrecht (1973).

For this volume again Dr B. C. Damsteegt saw to the transcription of the letters written in Dutch and to the linguistic preparation; those linguistic notes which are not signed are due to him, the other non-signed scientific notes were written by the present editor.

The English translator E. van Loo was succeeded in 1967 by Miss C. Dikshoorn, Zeist.

Professor Hugh Nicol, to whom the Commission owes a great debt of gratitude for the correction of the English translation, died on 27 August 1972. He still corrected the Letters 124 and 133 as well as the letter from Huygens. Fortunately Dr C. H. Talbot, London, consented to continue his work.

The greatly increased printing expenses induced the Commission to make a minor change in the typography. Once again it was the 'Koninklijke Nederlandse Akademie van Wetenschappen' and the 'Dr Hendrik Muller's Vaderlandsch Fonds' which bore part of the expense. Also because the latter had increased so much since the publication of the preceding volume, an expression of gratitude to these societies for their generous aid is called for.

The composition of the Commission was modified several times during the past years. It lost some members through death, others were obliged to retire from it.

On 22 January 1972 the death occurred of Professor G. C. Heringa, who was a member of the Commission from the day it commenced its work and who took an active part in the consultations for a long series of years.

On 12 September 1973 Professor J. Dankmeijer died; he had sat on the Commission since 1965 and gave valuable advice.

On 30 August 1974 Dr A. Schierbeek passed away. He took a significant part in the initiatives which resulted in the publication of the *Collected Letters* as well as in formulating the editorial principles involved. He was a leading member of the Commission since its formation. Both as an editor of the *Collected Letters* (from 1947 until 1958) and as a member of the Commission Dr Schierbeek played a major, frequently even a predominant role in the Commission's affairs and endeavours.

Professor H. W. Julius, who acted as chairman since 1956, considered it necessary to terminate his membership in 1971. It was during his chairmanship that the four preceding volumes were published. The Commission greatly regretted his decision to retire and expressed its gratitude to him for the excellent way in which he led its activities for such a long time.

His place was taken by Professor M. A. Donk, who acted as chairman in 1972, but died already on 2 September of that year, so that unfortunately the Commission could benefit by his capacities for a short time only.

Professor J. R. Prakken retired in 1970 and Miss Dr M. Rooseboom in the next year. To them, too, the Commission is indebted for the part they took in its work.

The following new members joined the Commission: Dr P. Smit, Nijmegen (1968), who was specially charged with the supervision of the editorial work, Drs A. J. F. Gogelein, director of the National Museum for the History of the Natural Sciences at Leiden (1971), and Professor F. A. Stafleu, Utrecht (1973).

De samenstelling der Commissie is thans als volgt:

Prof. Dr. G. A. Lindeboom, voorzitter (lid sinds 1961).
Prof. Dr. F. Verdoorn, secretaris-penningmeester (1958).

Prof. Dr. H. Engel (1946) Drs. A. J. F. Gogelein (1971) Prof. Dr. R. Hooykaas (1954) Prof. Dr. W. K. H. Karstens (1963) Prof. Dr. J. Lanjouw (1959) Dr. W. H. van Seters (1951) Dr. P. Smit (1968) Prof. Dr. F. A. Stafleu (1973)	leden

Redacteur: Drs. J. Heniger (1969)

G. A. Lindeboom

The composition of the Commission is now as follows:

Prof. Dr G. A. Lindeboom, chairman (member from 1961)
Prof. Dr F. Verdoorn, secretary and treasurer (1958)

Prof. Dr H. Engel (1946) Drs A. J. F. Gogelein (1971) Prof. Dr R. Hooykaas (1954) Prof. Dr W. K. H. Karstens (1963) Prof. Dr J. Lanjouw (1959) Dr W. H. van Seters (1951) Dr P. Smit (1968) Prof. Dr F. A. Stafleu (1973)	members

Editor: Drs J. Heniger (1969)

G. A. Lindeboom

Brieven 120-133.

Letters 120-133.

Gericht aan: RICHARD WALLER.

afb. 1-4. *Manuscript:* Ondertekende, eigenhandige brief te Londen, Royal Society, MS. 1943, Early Letters L. 2. 35. Twaalf kwartobladzijden, met vier figuren in rood krijt op een afzonderlijk blad (17,8 × 19,7 cm), afbeeldingen 1-4.

GEPUBLICEERD IN:

A. VAN LEEUWENHOEK 1693: *Derde Vervolg der Brieven...*, blz. 434-453, 4 figuren (Delft: H. van Kroonevelt). – Nederlandse tekst [A].

A. VAN LEEUWENHOEK 1695: *Arcana Naturae Detecta*, blz. 285-297, 4 figuren (Delphis Batavorum: H. a Krooneveld). – Latijnse vertaling.

A. À LEEUWENHOEK 1722: *Opera Omnia, Seu Arcana Naturae... Editio Novissima*, blz. 262-273, 4 figuren (Lugduni Batavorum: J. A. Langerak). – Latijnse vertaling.

N. HARTSOEKER 1730: *Extrait Critique des Lettres de feu M. Leeuwenhoek*, in *Cours de Physique ...*, blz. 30 (La Haye: J. Swart). – Frans excerpt.

S. HOOLE 1798, 1807: *The Select Works of Antony van Leeuwenhoek* (London), Dl. 1 (1798), blz. 172, 2 figuren; *idem*, Dl. 2 (1807), blz. 307-316, 2 figuren. – Engels extract van het slot van de brief, respectievelijk van de eerste helft van de brief.

A. J. J. VANDEVELDE 1922: *De Brieven 53 tot 75 van Antoni van Leeuwenhoek ...*, in Versl. en Meded. Kon. Vlaamsche Acad., Jrg. 1922, blz. 1050-1051. – Nederlands excerpt.

KORTE INHOUD:

Proeven met een luchtpomp over de aanwezigheid van lucht in water en in bloed. Beschouwing over de fermentatie van het bloed. Over kervel- en aalbeszaadjes, stenen en varkenshaar in de urine. Beschrijving van de vruchtwand en de zaadhuid van de tarwekorrel.

FIGUREN:

fig. III en IV. In vergelijking met de originele tekening zijn *Fig. 3* en *Fig. 4* op de gravure in L.'s publicaties van plaats verwisseld.

OPMERKINGEN:

Een volledige Engelse vertaling in 17de-eeuws handschrift bevindt zich te Londen, Royal Society, MS. 1944, Early Letters L. 2. 36, tien bladzijden in folio.

LETTER No. 120 [72] 22nd APRIL, 1692

Addressed to: RICHARD WALLER.

Manuscript: Signed autograph, London, Royal Society, MS. 1943, Early Letters L. 2. 35. Twelve quarto pages, with four figures in red chalk on a separate sheet (17.8 × 19.7 cm), illustrations 1-4. *ills 1-4.*

PUBLISHED IN:

A. VAN LEEUWENHOEK 1693: *Derde Vervolg der Brieven...*, pp. 434-453, 4 figures (Delft: H. van Kroonevelt). – Dutch text [A].

A. VAN LEEUWENHOEK 1695: *Arcana Naturae Detecta*, pp. 285-297, 4 figures (Delphis Batavorum: H. a Krooneveld). – Latin translation.

A. À LEEUWENHOEK 1722: *Opera Omnia, Seu Arcana Naturae ... Editio Novissima*, pp. 262-273, 4 figures (Lugduni Batavorum: J. A. Langerak). – Latin translation.

N. HARTSOEKER 1730: *Extrait Critique des Lettres de feu M. Leeuwenhoek*, in *Cours de Physique...*, p. 30 (La Haye: J. Swart). – French excerpt.

S. HOOLE 1798, 1807: *The Select Works of Antony van Leeuwenhoek* (London), Vol. 1 (1798), p. 172, 2 figures; *idem*, Vol. 2 (1807), pp. 307-316, 2 figures. – English extract of the last part and the first half of the letter respectively.

A. J. J. VANDEVELDE 1922: *De Brieven 53 tot 75 van Antoni van Leeuwenhoek...*, in *Versl. en Meded. Kon. Vlaamsche Acad.*, 1922, pp. 1050-1051. – Dutch excerpt.

SUMMARY:

Experiments with an air-pump concerning the presence of air in water and in blood. Discussion on the fermentation of blood. On chervil and currant seeds, stones, and hog's hair in urine. Description of the pericarp and the seed-coat of a grain of wheat.

FIGURES:

In relation to the original drawing, *Figs 3* and *4* have changed placed in the engraving in L.'s publications. *figs III and IV.*

REMARKS:

A complete English translation in a 17th-century manuscript is to be found in London, Royal Society, MS. 1944, Early Letters L. 2. 36, ten folio pages.

22 april 1692

d' H[r] Richard Waller. [a])

Delft in Holland den 22[e]. April 1692 [b])

Hoogh Geleerde Heer.

In UEd: aangenamen van feb. 2. 1691/2 S.V. [1]) heb ik gesien dat twee van mijne missiven wel waren ontfangen [2]), ende dat die inde Vergadering vande Co: So[t] tot genoegen waren gelesen, met bijvoeginge van dankbaarheijt, en segen toe wenschinge vande als doen tegenwoordige Heeren Leden. Ik blijve over die beleefde bejegeningen, ten hoogsten dankbaar ende verpligt. Ik wensche bequaamheijt te hebben, omme Hare Hoogh Ed: te konnen dienen.

Wat het uijt pompe vande lugt uijt het water aangaat, daar van heb ik voor desen bij anderen alleen de Pomp gesien, sonder de uijtwerkinge. Na welke tijd ik mij selver kleijne instrumenten bereijde, daar mede ik oordeelde meerder gewelt te doen [3]), als met soo danige Lugt-Pompe werd te weeg gebragt [4]).

Vervaardiging van een luchtpomp.

Ik nam dan glase buijsen, die de rontste glatste, en seer na door gaans evenwijdig [5]) waren, en welkerse een eijnde ik nog wijst [6]) oordeelde, welke ik bereijde aan de Pomp-stok in te steken [7]).

fig. I.

Fig: 1. ABCED. vertoont een vande toe bereijde glase buijsen, hier int kleijn verbeeld, sijnde AB. ruijm 14. duijmbreet lang, ende BC. ruijm 12.

---

[a]) dit ontbreekt in A [b]) A: Delft in Holland, &c.

[1]) *S.V.*, Stilus Vetus, Oude Stijl, de datum volgens de oude Juliaanse kalender, die tot 1752 in Engeland gebruikt werd; zie ook Brief 84 [45], van 30 maart 1685, *Alle de Brieven*, Dl. 5, blz. 140, aant. 3.

[2]) In de hier bedoelde brief aan L. bedankte Waller voor de toezending van de Brieven 116 [68], van 27 november 1691, en 117 [69], van 4 januari 1692 (zie *Alle de Brieven*, Dl. 8, blz. 334).

L.'s brief van 22 april 1692 werd op 20 april 1692 O.S. (30 april N.S.) in de vergadering van de Royal Society gebracht. Nadat de brief vertaald was (zie blz. 2, *Opmerkingen*), werd het gedeelte over de proeven met de luchtpomp voorgelezen in de vergadering van 4 mei O.S. (14 mei N.S.) en het gedeelte over de kervelzaadjes, de varkenshaar en de tarwezemelen in de vergadering van 11 mei O.S. (21 mei N.S.) (Royal Society, *Journal Book Original*, Dl. IX, blz. 81, 83-85).

[3]) *gewelt te doen*, kracht uit te oefenen.

[4]) L. gaat in deze brief in op Waller's vraag, of hij in staat is luchtbelletjes in het bloed waar te nemen met een van zijn microscopen (Brief van Waller, van 2 februari 1691/2 O.S. (12 februari 1692 N.S.), *Alle de Brieven*, Dl. 8, blz. 334-336).

Reeds in 1673 gebruikte L. een glazen pompje met een doorsnede van $^1/_{10}$ duim (2,6 mm) en toonde aan, dat hij daardoor voor het uitoefenen van een bepaalde druk een kleinere kracht nodig had dan bij een pomp met een grotere doorsnede (Brief 2, van 15 augustus 1673, *Alle de Brieven*, Dl. 1, blz. 58). Het is niet duidelijk bij wie L. in of vóór 1673 een dergelijke pomp gezien heeft. [Star]

In de vergaderingen van de Royal Society gebruikte men reeds in 1663 een glazen buis met een zuiger om de zogenaamde proef van Huygens (vertraging van het vacuum van Torricelli) te demonstreren (T. Birch 1756: *The History of the Royal Society*, Dl. 1, blz. 299, 301).

[5]) *door gaans evenwijdig*, overal even wijd.

[6]) *wijst*, wijdst.

[7]) De bijzin *welke ... in te steken* vertoont een verwarring van twee voorstellingen: „de glazen buis aan de pompstok steken" en „de pompstok in de glazen buis steken". Men leze: „die ik in gereedheid bracht om er de pompstok in te steken".

22nd April, 1692

To Mr. Richard Waller.

Delft in Holland, the 22nd of April 1692

Highly Learned Sir,

In Your Honour's agreeable letter of 2 February 1691/2 S.V. [1]) I saw that two of my missives were duly received [2]), and that they were read with pleasure in the Meeting of the Royal Society, expressions of gratitude and blessings from the Fellows then present being added. I am most grateful and obliged for this courteous treatment. I hope to be able to serve your Noble Sirs.

As regards the pumping out of air from water, I have heretofore seen in the hands of other people only the Pump, but not the effect. After this I prepared for myself small instruments, with which I considered I could exert greater force than was effected with such an Air-Pump [3]).

Construction of an air-pump.

I therefore took glass tubes, the roundest, and smoothest I could find, and always of uniform width and where I judged one end to be the widest, I prepared it in order to insert the plunger into it.

fig. I.

Fig. 1 ABCED represents one of the prepared glass tubes, shown here on a small scale, AB being just over 14 inches long and BC just over 12 inches [4]).

---

[1]) *S.V.*, Stilus Vetus, Old Style, the date according to the old Julian calendar, which was used in England up to 1752; see also Letter 84 [45], of 30 March 1685, *Collected Letters*, Vol. 5, p. 141, note 3.

[2]) In the letter to L. here referred to, Waller thanked him for sending Letters 116 [68], of 27 November 1691, and 117 [69], of 4 January 1692 (see *Collected Letters*, Vol. 8, p. 335).

L.'s letter of 22 April 1692 was produced on 20 April 1692 O.S. (30 April N.S.) in the meeting of the Royal Society. After the letter had been translated (see p. 3, *Remarks*), the passage dealing with the experiments with the air-pump was read in the meeting of 4 May O.S. (14 May N.S.) and the passage dealing with the chervil seeds, the hog's hair, and the bran of wheat in the meeting of 11 May O.S. (21 May N.S.) (Royal Society, *Journal Book Original*, Vol. IX, pp. 81, 83-85).

[3]) In this letter L. goes into Waller's question whether he is able to detect air-bubbles in blood with one of his microscopes (Letter of Waller, of 2 February 1691/2 O.S. (12 February 1692 N.S.), *Collected Letters*, Vol. 8, pp. 335-337).

As far back as 1673 L. already used a small glass pump with a cross-section of 0.1 inch (2.6 mm) and showed that for the exertion of a given pressure he thus needed a smaller force than with a pump having a larger cross-section (Letter 2, of 15 August 1673, *Collected Letters*, Vol. 1, p. 59). It is not clear where L. saw such a pump in or before 1673. [Star]

In the meetings of the Royal Society a glass tube with a piston was used already in 1663 to demonstrate the so-called Huygens experiment (retardation of the Torricellian vacuum) (T. Birch 1756: *The History of the Royal Society*, Vol. 1, pp. 299, 301).

[4]) *inch*, 2.61 cm.

duijm [8]). Welkers diameters [a]) holte, of openheijt, door gaans [5]) seer na $^1/_7$ van een duijm-breet was [9]).

De holligheijt inde dunne glase buijs, die ik door behulp van een brandende kaars aan de buijs hadde gemaakt, was desselfs diameter $^1/_6$. vande groote glase buijs ABC: en bij gevolg dan, was de groote glase buijs 36. maal wijder, dan de buijs CED.

fig. II.

Na desen bereijde ik mij een koperdraat, als fig: 2. GHIK. hebbende aan het eene eijnde, als H.I.K. drie in gevijlde kerven, waar aan gewoelt was, een seer dun seem-leere lapje, door behulp van een dun sijde draatge; welk draatge int midden aan I. op sijn dikst wierd omwonden.

Aan het andere eijnde van het kooperdraat G. dat wat plat geklopt was, is aan geslagen een ronde houte bolletge.

De lengte vande dunne glase buijs CED. was lang $2^2/_3$ duijm [10]).

1ste proef (met regenwater).

De buijs dus [11]) bereijt sijnde dede ik die vol schoon regen-water, en ik bragt het kopere werktuijg, dat aan HIK. omwoelt was, inde glase buijs, na [12,b]) dat alvooren het omwoelde seeme-leer, wel doortrokken was met heet kaars-smeer, en soo stark inde glase buijs wierd geparst, datter geen water deelen tusschen het bekleede kooperdraat, konde passeren [13]). Ja de parsinge geschiede soo stark, dat ik in die ondersoekinge, al vier toe bereijde glase buijsen, hadde ontstukken gearbeijd [14]).

De glase buijs soo danig met water gevolt sijnde, datter geen lugt inde glase buijs gesien wierde aan M. als wanneer ik dese drukker [15]) LM. die ik de Pomp-stok sal noemen, seer langsaam neer drukte, soo verre tot dat het onderste gedeelte ON. met N. aan de kromte vande glase buijs quam. In welk doen het water soo verre uijt de openheijt vande dunne glase buijs aan D. als een fonteintge uijt spatte, soo datter geen ander water inde glase buijs was, als van DECB. tot aan N.

Vorders bragt ik de dunne glase buijs, van E. tot D. digte bij de vlam van een kaars, soo danig, dat het water door de hitte uijt de buijs vande geseijde E. tot D. uijt spatte, en dus van het water ontlast sijnde, bragt ik de kleijne opening die aan D. was, bij een dunne straal vuijers, ofte vlam van een kaars, waar door seer schielijk het open eijnde vande glase buijs D. quam toe te smelten.

---

a) A: diameter b) hs: buijs. na; A: buijs. Na

8) *duijm*, 2,61 cm.

9) L. bedoelt, dat de binnendoorsnede van de buis *seer na* (d.i. nagenoeg) $^1/_7$ van een duim was, dat is ongeveer 3,7 mm.

10) Met de capillair *CED* was L. in staat om zeer kleine volumina uitgepompte lucht te meten.

11) *dus*, zo, op deze wijze.

12) De interpunctie is ter wille van de overzichtelijkheid van de lange zin gewijzigd.

13) Op dezelfde wijze maakte L. reeds in 1673 een zuiger, zie Brief 2, van 15 augustus 1673, *Alle de Brieven*, Dl. 1, blz. 56.

Kaarsvet werd in die tijd veel gebruikt om kranen en zuigers van luchtpompen goed te laten functioneren; zie bv. *Oeuvres Complètes de Christiaan Huygens*, Dl. XVII, blz. 313, 317, 319.

14) *ontstukken gearbeijd*, gebroken.

15) *drukker*, zuiger.

Its internal diameter or opening was everywhere nearly $^1/_7$ of an inch [5]).

The internal diameter of the narrow glass tube, which I had fused on to the large tube with the aid of a burning candle, was $^1/_6$ of that of the wide tube ABC, and as a result the wide tube was 36 times wider than the tube CED.

fig. II.

After this I prepared for myself a copper wire, as Fig. 2, GHIK, having at one end, at H, I, and K, three filed-in notches, round which had been wrapped by means of a thin silk thread, a very thin small piece of wash-leather; the thread was wound most thickly round it in the centre at I.

At the other end of the copper wire G, which had been beaten somewhat flat, a small, round wooden ball was affixed.

The length of the narrow tube CED was $2^2/_3$ inches [6]).

1st experiment (with rain-water).

The tube having been thus prepared, I filled it with clean rain-water, and I put the copper tool, which was wrapped up at HIK, in the tube, after the wrapped-up wash-leather had previously been thoroughly saturated with hot candle-grease and had been forced so tightly into the tube that no water particles could pass by the coated copper wire [7]). Nay, the pressure I used was so great that, in this investigation, I had already broken four prepared tubes to pieces.

The tube having been filled with water so that no air could be seen in the tube at M, I very slowly forced down the plunger LM, which I will call the piston rod, until its bottom part ON touched the curve of the tube with N. When I did this, the water spurted like a small fountain out of the opening of the narrow tube at D in such a way that there was no other water in the tube except from DECB to N.

Next I put the narrow tube from E to D close to the flame of a candle, so that the water, through the heat, spurted out of the tube from the said E to D, and it being thus emptied of the water, I brought the small opening that was at D near a thin jet of fire, or the flame of a candle, as a result of which the open end D of the tube very quickly melted and was sealed.

The tube having thus been got ready, namely in such a way that, so far

---

[5]) L. means that the inner diameter of the tube was nearly $^1/_7$ of an inch, *i.e.* about 3.7 mm.

[6]) With the capillary *CED* L. was able to measure very small volumes of pumped-out air.

[7]) In the same way L. made a piston already in 1673, see Letter 2, of 15 August 1673, *Collected Letters*, Vol. 1, p. 57.

Candle grease was widely used in those days to promote the proper functioning of valves and pistons of air-pumps; see *e.g. Oeuvres Complètes de Christiaan Huygens*, Vol. XVII, pp. 313, 317, 319.

De glase buijs dus toe gestelt [16]) sijnde, namentlijk, datter geen lugt, soo veel ons bleek tusschen NBCED. en was, als van E. tot D. welke spatie was van $^1/_6$. deel van een duijm breet [17]), soo bragt ik een weijnig water inde opening A. en liet dat water bij de pomp-stok neder sakken, tot dat het quam te leggen op O. uijt insigte, of [18]) daar eenige opening, of ongelijkheijt int glas mogte sijn, datter in sulken geval, eerder water dan lugt, tusschen de suijger NO. soude passeren [19]).

Na welke tijd, ik de pomp-stok seer langsaam uijt de glase buijs quam te trekken, ende dit soo vervolgende, sag ik dat niet alleen de dunne glase buijs aanstonts, van E. tot C. ledig van water, ende met lugt vervult wierde, maar dat het water inde groote glase buijs, van C. na B. drie duijm-breet laag quam te sakken, in welke uijt werkinge, een groote quantiteit lugt-bellen uijt het water op quamen, en als op borrelden, en nog meer, als ik een weijnig stootinge aan het glas quam te maken. Dog int laast en sag men geen andere lugt-bellen, als van onderen ofte vande grond van het water op komen. Dog het geene mij in dese observatien aan merkens [20]) voor quam, dat was, dat de lugt-bellen, die van onderen quamen, int eerst seer kleijn waren, dat [21]) men die naeuwlijks met het bloote oog bekennen konde, en om haar kleijnte, ten respecte van [22]) die geene die grooter waren, seer langsaam voortgestooten wierden: maar de lugt-belletgens in haar op komen van tijd, tot tijd [23]), grooter werdende, ook in meerder vaardigheijt [24]), na de superfitie [25]) van het water gedreven wierden [26]).

Wijders, drukte ik de pomp-stok weder na om laag, en dat met soo veel gewelt, als ik oordeelde dat de glase buijs verdragen konde. In dit doen sag ik, dat de gantsche spatie lugt, namentlijk van DEC. ende nog drie duijm breet lengte van C. na B. soo danig geparst wierd, dat de dunne deelen lugt, die na alle aparentie door het glas waren gekomen, met de pomp-stok uijt waarts te

---

[16]) *toe gestelt*, in gereedheid gebracht.

[17]) L. hield het uiteinde van de capillair bij een vlam, zodat het water eruit spatte door het koken van de vloeistof. Daarna smolt hij het uiteinde dicht. Daarbij is echter een weinig lucht naar binnen gekomen, die tenslotte resulteerde in het luchtkolommetje van $^1/_6$ duim. [Star]

[18]) *uijt insigte, of*, met de bedoeling dat, als.

[19]) Christiaan Huygens paste reeds in 1662 de techniek toe om de ruimte boven de zuiger met water te vullen. Hoewel het niet bekend is, of L. de pomp van Huygens als voorbeeld gebruikte, schreef Huygens in vrijwel dezelfde bewoordingen als L.: *waar door onmogelijck is dat er lucht in de buijs komt, alhoewel de pomp niet heel dicht is, maar alleen een kleijn weynigh water (Oeuvres Complètes de Christiaan Huygens,* Dl. XVII, blz. 333).

[20]) *aan merkens* (dezelfde lezing in A), lees: aanmerkens waardig.

[21]) *dat*, zodat.

[22]) *ten respecte van*, ten opzichte van, in verhouding tot.

[23]) *van tijd, tot tijd*, geleidelijk.

[24]) *vaardigheijt*, snelheid.

[25]) *superfitie*, oppervlakte.

[26]) In deze alinea beschrijft L. op nauwkeurige wijze de verschijnselen die optreden als de druk boven de waterkolom verlaagd wordt. In het begin ontsnapt de in het water opgeloste lucht uit de vloeistof. Later stijgen alleen waterdampbellen op, die tijdens het opstijgen in de waterkolom snel groter worden, zoals bij koken, zowel onder normale als onder verlaagde druk, plaats vindt. [Star]

as appeared to us, there was no air between N, B, C, E, and D except from E to D, a distance of $^1/_6$ of an inch [8]), I poured some water into the opening A and allowed this water to flow down past the piston rod until it lay at O, in order that, if there should be any opening or unevenness in the glass, water rather than air should pass along the piston NO [9]).

After this I pulled the piston rod very slowly out of the tube, and as I watched this, I saw that not only was the narrow tube at once emptied of water from E to C and filled with air, but that the water in the wide tube sank to a depth of three inches from C to B, as a result of which a large number of air-bubbles rose and bubbled up as it were from the water, and even more so when I tapped the tube slightly. But in the end no other air-bubbles were seen but those that rose from below or from the bottom of the water. But what appeared noteworthy to me in these observations was that the air-bubbles which rose from below were at first very small, so that they could hardly be perceived with the naked eye, and, because of their smallness in comparison with those that were bigger, were impelled very slowly, but as the little air-bubbles gradually became bigger as they rose, they were also thrust up faster towards the surface of the water [10]).

Furthermore, I forced the plunger down again, and this with as much force as I thought the tube could bear. In doing so, I saw that the entire column of air, to wit DEC, and another of three inches from C towards B, was compressed so tightly that the particles of thin air, which in all probability had passed through the glass as the plunger was drawn out, now had

---

[8]) L. held the end of the capillary near a flame, so that the water spurted out owing to the boiling of the liquid. He then sealed the end. However, some air entered as he did so, and this resulted ultimately in the small column of air of $^1/_6$ of an inch. [Star]

[9]) Already in 1662 Christiaan Huygens applied the technique of filling the space above the piston with water. Although it is not known whether L. used the pump of Huygens as model, Huygens wrote in practically the same terms as L.: *in consequence of which it is impossible that air should get into the tube, although the pump is not quite sealed, but contains a very small amount of water* (*Oeuvres Complètes de Christiaan Huygens*, Vol. XVII, p. 333).

[10]) In this paragraph L. gives an accurate description of the phenomena which occur when the pressure above the water column is reduced. At first the air dissolved in the water escapes from the liquid. Later, only water-vapour bubbles rise which rapidly increase in size as they rise in the water column, as takes place during boiling, both under normal and under reduced pressure. [Star]

trekken; nu niet alleen uijt het glas weder waren verhuijst. Maar dat ook de dunne deelen lugt, die inde voor gemelte gemene [27]) lugt, van E. tot D. in waren, of vermengt geweest; als ook de dunne deelen lugt, die inde lugt-bellen waren, soo als die uijt het water op quamen, soo danig door de geseijde starke parsinge wierden uijt gestooten; en door het glas verhuijsden, dat daar niet als twee sand groote lugt [28]), aan D. te sien waren [29]).

Dese parsinge van lugt en water volbragt hebbende, haalde ik weder seer langsaam, de pomp-stok uijtwaarts, als wanneer weder soo veel dunne lugt deelen, door het glas wierden gestooten, dat die [a]) plaats in het glas, te weten, de dunne glase tuba of buijs [b]), ende de dikke glase buijs van C. na B. drie duijm quamen te vervullen [30]).

Ik haalde vorders de pomp-stok seer langsaam uijt het glas, op dat de lugt, niet te schielijk inde glase buijs soude gestooten werden, en mijn glas daar door soude komen te breeken. Want het was mij al drie maal aan den anderen [31]) geschiet, dat door de pomp-stok wat te schielijk [c]) uijt te trekken, mijn glasen aan C. ofte aan D. waren ontstukken gebarsten [32]). Alsoo nu mijn laaste arbeijt, tot geen ander eijnde strekte, dan om soo na als het mij doenlijk was, te ontdekken, hoe groote quantiteit lugt, uijt het water wierd gestooten, dat sig soo veel in ons oog quam te vertoonen, daar [33]) het inder daat, seer weijnig most wesen, na de maal ijder lugt-bel die uijt het water op quam, door de inkomende lugt deelen veel grooter wierden [d]) gemaakt.

De Pomp-stok uijt het glas gebragt hebbende, sag ik dat het water inde glase buijs sig geplaast hadde tot aan P. soo dat nu alle de voorverhaalde lugt,

---

[a]) A: de [b]) A: dunne glase buijs [c]) A: wat te schielijk de pompstok [d]) A: wierd

[27]) *gemene*, gewone; dit in tegenstelling tot *dunne*.

[28]) Waarschijnlijk bedoelt L. *grof sant* met een diameter van 870 μ.

[29]) Door de sterke druk lost de lucht, die bij het uittrekken van de pompstok uit het water was vrijgekomen, weer in het water op. De reeds bij het begin van de proef aanwezige lucht, die een ruimte *ED* van $^1/_6$ duim (ca. 4,3 mm) innam, neemt onder druk nog maar een ruimte in van *twee sand groote* (ca. 1,8 mm, zie aant. 28 hierboven), zodat L. een druk van ca. 2,4 atmosfeer moet hebben uitgeoefend. Aangezien de doorsnede van de pompbuis $^1/_7$ duim (0,37 cm) is, is het oppervlak ervan 0,107 cm^2, zodat L. slechts met een kracht van ca. 257 gram op de pompstok drukte. [Star]

L.'s verklaring van de waargenomen verschijnselen zijn in overeenstemming met de denkbeelden van Descartes. Volgens Descartes zouden materie en ruimte identiek zijn, derhalve wees hij op filosofische gronden het vacuum, d.i. een ruimte waarin zich geen materie zou bevinden, als onbestaanbaar af. Het kunstmatig verwekte vacuum was volgens hem gevuld met de uiterst fijne deeltjes van de zgn. subtiele materie, die uit de atmosfeer door de glazen wand in de ontstane ruimte gedrongen zou zijn. Op analoge gronden schrijft L. het ontstaan van de ruimte boven de waterkolom toe aan deze subtiele materie, die door L. *dunne lugt* wordt genoemd (E. J. Dijksterhuis 1961: *The Mechanization of the World Picture*, blz. 409, 445).

[30]) Deze zin is niet gelukkig geredigeerd. Men leze: dat die in het glas (nl. in de dunne buis en in de dikke van *C* naar *B*) een ruimte van drie duim kwamen te vervullen.

[31]) *aan den anderen*, achtereen, achter elkaar.

[32]) Waarschijnlijk waren de dunwandige capillairen gesprongen, doordat de luchtdruk buiten de capillair groter was dan er binnen.

[33]) *daar*, terwijl, hoewel.

not only left the tube again, but also the particles of thin air which were in, or mixed with, the aforementioned ordinary [11]) air from E to D as well as the particles of thin air that were in the air-bubbles, as they rose from the water, were driven out by the said strong pressure and passed through the glass in such a way that no greater volume of air could be seen at D [12]) than would be occupied by two grains of sand [13]).

Having completed this compression of air and water, I pulled the plunger again very slowly outwards, and then so many particles of thin air were again forced through the glass that in the tube, to wit in the narrow tube and in the wide tube from C to B, they filled a space three inches high.

I further pulled the plunger very slowly out of the tube, in order that the air might not be forced too quickly into the tube, and so break my tube. For it had already happened to me three times in succession that when I pulled the plunger out a little too quickly, my tubes had burst to pieces at C or at D [14]). Now my last task had no other purpose than to discover, as accurately as was possible to me, how large a quantity of air was forced out the water. This appeared to be great to us, whereas in fact it must be very small, since each air-bubble which rose from the water was made much bigger by the incoming particles of air.

Having taken the plunger out of the tube, I saw that the water in the tube had reached P, so that all the aforementioned air, which was in its natural

---

[11]) *ordinary;* this in contrast to *thin* (rarefied).

[12]) L. literally wrote *two sands of large air,* but he probably meant an amount of air equel to two large grains of sand with a diameter of 870 μ.

[13]) Owing to the strong pressure, the air which had been liberated from the water as the piston rod was pulled out of the water dissolves again in the water. The air already present at the start of the experiment, which occupied a space *ED* $^1/_6$ of an inch (about 4.3 mm) high, under compression occupies a space equalling only the volume of two grains of sand (about 1.8 mm; see note 12 above), so that L. must have exerted a pressure of about 2.4 atmospheres. Since the diameter of the pump tube is $^1/_7$ of an inch (0.37 cm), the area of its cross-section is 0.107 cm^2, so that L. forced down the piston rod with a force of only about 257 grams. [Star]

L.'s explanation of the phenomena observed by him is in conformity with the ideas of DESCARTES. DESCARTES believed that matter and space were identical, and he therefore rejected a vacuum, *i.e.* a space in which there was no matter, as impossible on philosophical grounds. According to him the artificially created vacuum was filled with the extremely fine particles of the so-called subtle matter, which was assumed to have penetrated from the atmosphere through the glass wall into the space that had been formed. On analogous grounds L. attributes the formation of the space above the water column to this subtle matter, which is called *thin air* by L. (E. J. DIJKSTERHUIS 1961 : *The Mechanization of the World Picture,* pp. 409, 445).

[14]) The thin-walled capillaries had probably burst because the air pressure outside the capillary was greater than inside.

in sijn natuerlijke stand sijnde, en die uijt het water was voort gekomen, geen grooter plaats besloeg, als van P. tot F [34]).

De dunne glase buijs DEC. sijn diameter maar $^1/_6$ deel sijnde vande diameter van de dikke glase buijs, BC. soo is den inhout vande wijte vande groote glase buijs 36. maal grooter dan de kleijne glase buijs, als hier vooren nog een maal is geseijt.

Nu stond het water inde groote glase buijs van B. tot C. wel 12. duijmen hoog, en dit maar genomen op 11. duijmen, soo bevinde ik, dat alle de menigvuldige lugt bellen, die in groote waren [a]) uijt gestrekt, ende uijt het water voort komende, geen $^1/_{250}$. deel vande groote van het water quamen uijt te [b]) maken.

Op een ander tijd heb ik bevonden, dat de uijtgestooten lugt-bellen uijt het water, geen $^1/_{280}$. deel van het water groot was [35]).

2de proef (met gekookt water).

Wijders heb ik genomen gekookt water, ende daar insgelijks mede gehandelt, als hier vooren van het regenwater is geseijt, dog ik en hebbe geen lugt uijt het water konnen pompen, schoon ik mijn doen tot drie distincte reijsen [36]) hervatten. Dog ik moet seggen dat ik eens gesien heb, dat een enkel lugt belletge uijt het [c]) water op quam, maar dat beelde ik mij in eerder voort te

---

[a]) A: wateren [b]) A: quamen te [c]) A: dit

[34]) *in sijn natuerlijke stand,* in natuurlijke toestand. Dus niet onder de druk van de zuiger, onderdruk of overdruk, staande.

Het komt bij L. niet op, dat deze zogenaamde *natuerlijke stand* van de waterkolom in het gesloten been van de communicerende vaten afwijkt van de stand in een geheel open systeem, hoewel hij blijkens zijn Brief 2, van 15 augustus 1673, *Alle de Brieven,* Dl. 1, blz. 48-50, kon rekenen met communicerende vaten en reeds omstreeks 1675 een kwikbarometer volgens het principe van de atmosferische druk construeerde (131ste Missive, van 1700, in A. van Leeuwenhoek 1702: *Sevende Vervolg der Brieven,* blz. 252-260).

[35]) *was,* lees: waren.

Als L. de pompstok langzaam uittrekt en zodoende de druk boven de waterkolom sterk verlaagt, ontsnapt er lucht uit de waterkolom en verdampt er ook wat water. Als hij vervolgens de pompstok geheel uit de buis trekt, komt de normale atmosferische druk weer op de waterkolom en stijgt de druk in de ruimte boven de waterkolom tot bijna atmosferische druk (nl. de atmosferische druk verminderd met de druk van de waterkolom). Daardoor condenseert de waterdamp weer, maar de vrijgekomen lucht lost niet direct weer op in de waterkolom, zoals in het eerste gedeelte van de proef, toen de druk tot bijna 2,5 atmosfeer werd opgevoerd, zodat de waterkolom nu slechts tot P kan stijgen. [Star]

Het is juist deze hoeveelheid lucht, afkomstig uit het water, die onder bijna atmosferische druk staat en die nog niet weer is opgelost, die L. in deze en de volgende proeven meet. Blijkbaar onbekend met de relatie tussen de druk en het volume van gassen, die Boyle in 1661 had gevonden, beschouwt L., geheel in de geest van Descartes, de lucht als een niet-samendrukbare materie zoals een vloeistof of een vaste stof.

L. slaagt er slechts in om minder dan 0,5 volume % lucht uit het water vrij te maken. Dit is een $^1/_4$ gedeelte van de 2 volume % die bij 15 à 20° C in regenwater opgelost kan worden. [Star]

[36]) *distincte reijsen,* verschillende keren.

position, and had escaped from the water, now occupied no greater volume than from P to F [15]).

The diameter of the narrow tube DEC being only $^1/_6$ of the diameter of the wide tube BC, the area of the cross-section of the wide tube is 36 times greater than that of the narrow tube, as has already been said earlier.

Now the water in the wide tube from B to C stood quite 12 inches high; and if I take this to be only 11 inches, I find that all the numerous air-bubbles, which had grown in size and rose from the water, did not form $^1/_{250}$ of the volume of the water.

On another occasion I found that the air-bubbles expelled from the water formed less than $^1/_{280}$ of the volume of the water [16]).

2nd experiment (with boiled water).

Further I took boiled water and treated this in the same way as I had the rain-water, but I was not able to pump air out of the water, although I repeated my action on three separate occasions. I must say that on one occasion I saw a single small air-bubble rise from the water, but I imagined that

---

[15]) It does not occur to L. that this so-called *natural position* of the water column in the closed limb of the communicating vessels is different from the position in a fully open system, although it appears from his Letter 2, of 15 August 1673, *Collected Letters,* Vol. 1, pp. 49-51, that he could calculate with communicating vessels, and constructed, already around 1675, a mercury barometer on the principle of atmospheric pressure (131st Missive, of 1700, in A. van Leeuwenhoek 1702: *Sevende Vervolg der Brieven,* pp. 252-260).

[16]) When L. slowly pulls out the piston rod, thus greatly reducing the pressure above the water column, air escapes from the water column and some water evaporates. When he subsequently pulls the piston rod entirely out of the tube the normal atmospheric pressure weighs down again on the water column and the pressure in the space above the water column rises almost to atmospheric pressure *(i.e.* atmospheric pressure minus the pressure of the water column). In consequence the water vapour condenses again, but the liberated air does not at once dissolve again in the water column, as it did in the first part of the experiment, when the pressure was increased to nearly 2.5 atmospheres, so that the water column can now rise only to P. [Star]

It is precisely this amount of air, originating from the water, which is under almost atmospheric pressure and has not dissolved again, which L. measures in this experiment and the next ones. Being evidently unfamiliar with the relation between the pressure and the volume of gases, which Boyle had found in 1661, L., entirely on the lines of Descartes, regards the air as a non-compressible substance such as liquid or a solid.

L. manages to liberate no more than 0.5% by vol. of air from the water. This is one fourth of the 2% by vol. which can be dissolved in rainwater at 15 to 20° C. [Star]

komen, uijt eenige ongelijkheijt die van binnen int glas mogt sijn, ofte uijt het ongekookte water, dat daar te vooren int glas hadde geweest [37]).

Alsoo veele haar wel souden inbeelden, dat ik met mijne pompinge inde glase buijs, seer weijnig gewelt kome te doen, in vergelijkinge van het gewelt, die bij andere met hare groote pompen werd int werk gestelt, soo heb ik mijn groot gewelt, die ik inde glase tubas [a]) kome te doen, als voor de oogen willen stellen [38]).

Stelt nu vast [39]), dat de diameter vande pomp-stok, ofte wijte vande glase buijs, is $^1/_7$. deel van een duijm, ende dat op dese pomp-stok, een gewelt wort gedaan van 10. pont, ende dat op een andere pomp-stok, wiens diameter is een duijm, soo danigen gewelt moet gedaan werden, over een komende met het gewelt, vande eerste pomp-stok. Soo [40]) sal men bevinden, dat op de laaste pomp-stok moet gedaan werden, een gewelt van 490. pont. Nademaal dese pomp-stoks dikte 49. maal grooter is dan de kleijne pomp stok.

7
7
49.
10. pont gewelt
490. pont gewelt

14
14
196.
10
1960. pont gewelt.

Soo nu nog grooter pomp-stok, sijn diameter was twee duijm, soo soude men op soodanigen pomp stok een gewelt moeten doen van 1960. pont, soo die in gelijke proportie soude staan als van de kleijne pomp-stok is geseijt [b]).

Hier uijt blijkt nu, het groote gewelt dat ik kome te doen, met mijn kleijne werk tuijg, dat ik al over veel jaren [41]) in gebruijk hebbe gehad [10]). Dog ik spreek hier tegen soo danige, die een weijnig inde meet, en weeg-konst geoeffent sijn.

3de proef (met kalfsbloed).

Omme Hare Hoogh Ed: ende mijn selven verder te voldoen [42]), heb ik tot mij laten brengen in een schoone aarde pot, bloet van een kalf. Na dat dit bloet 17. uren uijt het kalf hadde geweest, ende de dunne stoffe van het bloet boven lag, die eenige [43]) de weij van het bloet

---

[a]) A: buys [b]) De nevenstaande vermenigvuldigingen zijn niet in A opgenomen

[37]) Gekookt water bevat geen lucht. Ook Huygens kon slechts met moeite een enkel belletje pompen uit wat hij luchtvrij water noemde (*Oeuvres Complètes de Christiaan Huygens*, Dl. XVII, blz. 323-325, proeven van 28/29 december 1661 – 30 januari 1662). Boyle daarentegen slaagde erin om grote bellen (waterdamp!) te laten opstijgen uit gekookt water (*New Experiments Physico-Mechanical*, 1660, in T. Birch 1744: *The Works* ..., Dl. 1, blz. 36, *Experiment XXIII*).

[38]) *voor de oogen ... stellen*, duidelijk maken (en wel in de volgende alinea).

[39]) *Stelt nu vast*, neem nu aan.

[40]) De zin loopt nog door.

[41]) *over veel jaren*, sedert vele jaren.

[42]) *te voldoen*, tevreden te stellen.

[43]) *eenige*, sommige mensen.

this was due either to some unevenness that might be inside the tube, or to the unboiled water which had previously been in the tube [17]).

Since many people might perhaps imagine that in my pumping into the tube I use very little force, in comparison with the force that is exerted by others with their big pumps, I want to make clear the great force which I exert in the tubes.

Now let us assume that the diameter of the plunger, or the width of the glass tube, is $^{1}/_{7}$ of an inch, and that on this plunger a force of 10 pounds is exerted, and that on another plunger, whose diameter is one inch, a force is exerted which corresponds to the force of the first plunger, then it will be found that on the last-mentioned plunger a force of 490 pounds must be exerted, since the thickness of this plunger is 49 times greater than that of the small plunger.

7
7
49
10 pounds' force
490 pounds' force

Now if an even bigger plunger had a diameter of two inches, a force of 1960 pounds would have to be exerted on it if it were to be in the same proportion as the small plunger of which we have spoken.

Now this clearly shows the great force which I exert with my small apparatus, which I have already had in use for many years past. However, I here address those who are somewhat versed in the art of measuring and weighing.

14
14
196
10
1960 pound's force.

3rd experiment (with calf's blood).

In order further to satisfy Your Honours and myself, I had calf's blood brought to me in a clean earthen ware pot. After this blood had been out of the calf for 17 hours, and the thin substance of the blood, which some people call the serum of the blood, lay on top [18]), I put this thin substance also in a glass tube, considering that

---

[17]) Boiled water does not contain air. It was only with the greatest difficulty that Huygens, too, managed to pump a single bubble from what he called air-free water (*Oeuvres Complètes de Christiaan Huygens*, Vol. XVII, pp. 323-325, experiments of 28/29 December 1661 – 30 January 1662). Boyle, on the other hand, succeeded in causing large bubbles (of water-vapour!) to rise from boiled water (*New Experiments Physico-Mechanical,* 1660, in T. Birch 1744: *The Works ...*, Vol. 1, p. 36, *Experiment XXIII*).

[18]) Blood *in vitro* tends to clot fairly soon. The blood corpuscles are retained by a tangle of fibrin. Above it a colourless liquid (blood serum or whey) is formed, which no longer contains blood corpuscles and which can be carefully decanted. The tangle of fibrin contracts, even after the clotting, in consequence of which the blood serum is forced out and will float on the clotted mass. [Meij]

Boyle, who in 1670 was the first to experiment with blood under reduced pressure, took great pains to prevent the clotting of blood *in vitro*, because he wanted to work with a homogeneous liquid instead of with a curdling mass, from which the red blood corpuscles were not removed (*New Pneumatical Experiments about Respiration,* 1670, in T. Birch 1744: *The Works ...*, Vol. 3, pp. 127-128, *Title XIII, Experiment IV*).

noemen [44]), heb ik dese dunne stoffe mede in een glase buijs gedaan, met die insigte [45]), dat in dese stoffe de meeste lugt most wesen, soo anders [46]) lugt int bloet was. Om dat de globule bloet die het selvige root maken, swaarder sijn dan de dunne weijagtige stoffe, en bij gevolg dan minder lugt heeft [47]).

Met dese soo genoemde weijagtige stoffe van het bloet, hebbe ik gehandelt, als ik hier [a]) vooren geseijt hebbe, dat ik met het water hadde gedaan. En sag met mijn pomp-stok uijt waarts te trekken, een groote quantiteit lugt-bellen uijt de geseijde stoffe op komen. Deselvige wierden wel tien maal grooter, als ik int water hadde gesien, en bleven aan het glas vast, als of het schuijm hadde geweest [48]).

Ik trok eijntelijk de pomp-stok seer langsaam uijt de glase buijs, op dat die niet mogte [49,b]) breken, en ik sag in dit doen, dat alle de lugt-bellen, op eenige weijnige na weg waren.

Dese weijagtige stoffe, dus [11]) sonder eenige parsinge staande, sag ik dat de spatie lugt, die uijt de geseijde stoffe was voort gekomen, inde dunne glase buijs, de plaats besloeg, ofte hoogte bereijkte, van een duijm breet, welke lugt na mijne rekeninge $^{1}/_{396}$. deel was, vande soo genoemde weijagtige bloet stoffe.

4de proef. Vorders heb ik bloet genomen, dat maar twee uren uijt een kalf hadde geweest, ik heb vande dunste stoffe soo veel mij doenlijk was, boven van het bloet af genomen, ende daar mede gehandelt, als ik met het water, en voor verhaalde bloet hadde gedaan, en hebbe waar genomen, dat uijt dit laaste bloet, op verre na soo veel lugt bellen niet voort en quamen [c]), ende dat dese lugt bellen nog grooter wierden, als in het eerste bloet.

De spatie lugt die in het glas quam, wanneer ik bij na de pomp-stok uijt

---

a) A: als hier b) A: niet en mogte c) A: voort quamen

44) Bloed *in vitro* stolt vrij snel. De bloedlichaampjes worden vastgehouden door een netwerk van fibrine. Hierboven vormt zich een kleurloze vloeistof (bloedserum of wei), dat geen bloedlichaampjes meer bevat en dat men voorzichtig kan afschenken. Het netwerk van fibrine trekt zich, ook na de stolling, samen, waardoor het bloedserum er uit geperst wordt en op de gestolde massa komt te drijven. [Meij.]

Boyle, die reeds in 1670 als eerste met bloed onder verlaagde druk experimenteerde, gaf zich veel moeite om te voorkomen dat bloed *in vitro* zou stollen, omdat hij met een homogene vloeistof en niet met een klonterende massa wilde werken, waardoor de rode bloedlichaampjes niet werden weggevangen (*New Pneumatical Experiments about Respiration*, 1670, in T. Birch 1744: *The Works* ..., Dl. 3, blz. 127-128, *Title XIII, Experiment IV*).

45) *met die insigte*, met deze gedachte.

46) *anders*, tenminste.

47) L. redeneert hier zuiver natuurkundig in soortelijke gewichten: als er in de rode bloedlichaampjes meer lucht aanwezig zou zijn dan in wei, dan zou het totale soortelijke gewicht van de bloedlichaampjes kleiner moeten zijn dan dat van wei met lucht. Maar de bloedlichaampjes blijken zwaarder te zijn dan wei, dus moeten zij minder lucht dan wei bevatten.

In werkelijkheid kunnen de rode bloedlichaampjes chemisch veel meer zuurstof (en koolzuur) binden dan dat er langs fysische weg lucht (zuurstof, koolzuur en stikstof) in het bloedserum opgelost kan worden. L. neemt dus het verkeerde bestanddeel van het bloed als proefobject.

Bloedserum en ook bloedplasma bevatten minder lucht in oplossing dan vers regenwater vanwege de kleinere oplosbaarheidscoëfficiënten van zuurstof en stikstof voor bloedserum dan voor regenwater. Bovendien neemt de oplosbaarheid met stijgende temperatuur af. [Ro.]

L. zal dan ook, als hij zijn pomp in *natuerlijke stand* brengt, altijd een kleiner volume uitgepompte lucht vinden dan in zijn proef met regenwater bij gelijke temperatuur (zie blz. 12 en aant. 35).

48) Ook Boyle nam in zijn proef (zie aant. 44) het schuimen van het bloed waar en concludeerde, dat het bloed heeft *aerial particles latitant in them*.

49) *mogte*, zou.

if there were any air in the blood at all, most of the air must be in this substance, because the globules of blood which make it red are heavier than the thin serous substance and consequently contain less air [19]).

I treated this so-called serous substance of the blood in the way described in the case of the water. And when I pulled out my plunger, I saw a large number of air-bubbles rising from the said substance. They became quite ten times bigger than I had seen in the water, and stuck to the glass as if it had been froth [20]).

I finally pulled the plunger very slowly out of the tube, to prevent it from breaking, and in doing so I saw that all the air-bubbles, except a very few, were gone.

This serous substance thus not being subjected to any pressure, I saw that the amount of air that had escaped from the said substance occupied in the narrow tube a column, or reached a height, of one inch, and this air was, according to my calculation, $^1/_{396}$ of the so-called serous substance of the blood.

I further took blood that had been out of a calf for only two hours; I took as much of the thinnest substance as was possible to me, from the top layer of the blood, and I treated it in the same way as I had the water and the aforementioned blood, and I observed that not nearly so many air-bubbles escaped from this latter blood, and that these air-bubbles became even bigger than in the first specimen of blood. *4th experiment.*

The amount of air that came into the tube when I had pulled the plunger

---

[19]) L. here argues purely physically in specific gravities: if more air were present in the red blood corpuscles than in serum, the total specific gravity of the blood corpuscles would have to be smaller than that of serum with air. But the blood corpuscles are found to be heavier than serum; consequently they must contain less air than serum.

In reality the red blood corpuscles are capable of combining chemically with much larger amounts of oxygen (and carbon dioxide) than the amount of air (oxygen, carbon dioxide, and nitrogen) that can be dissolved physically in the blood serum. L. therefore takes the wrong constituent of the blood for his experiments.

Blood serum as well as blood plasma contain less dissolved air than does fresh rain-water, on account of the lower solubility coefficients of oxygen and nitrogen for blood serum than for rain-water. Moreover, the solubility decreases as the temperature rises. [Ro.]

When L. places his pump in the *natural position* therefore, he will always find a smaller volume of pumped-out air than in his experiment with rain-water at the same temperature (see p. 13 and note 16).

[20]) Boyle, too, in his experiment (see note 18) observed the foaming of blood, and he concluded that blood has *aerial particles latitant in them.*

het glas hadde getrokken, was van C. na B. $4^2/_3$ duijm.

De pomp-stok, mede seer langsaam, uijt de glase pomp getrokken hebbende, sag ik, dat alle de lugt-bellen voor het gesigt verdweenen, ende dat dese groote spatie lugt, die inde groote buijs $4^2/_3$ duijm hadde beslagen, soo danig uijt het glas was verhuijst, dat vande selvige inde dunne glase buijs van C. na E. maar $^1/_6$ deel van een duijm breet hoogte was van over gebleven, soo dat na mijne rekening die ik quam te maken, de lugt die uijt dit bloet was voort gekomen $^1/_{2376}$. deel plaats besloeg, van de groote die het bloet hadde, waar uijt de geseijde lugt gepompt was [50]).

5de proef. Wijders begaf ik mij ten huijse van een Vlees-slagter, op die tijd als ik wist dat hij een kalf soude slagten, omme de lugt uijt het bloet te pompen, ter wijl het bloet nog warm was.

Ik nam tot dien eijnde mede mijn hier te vooren verhaalde toe stel, ende een glas dat soo onder als boven, twee duijm over sijn diameter [51]) wijt, ende agt duijm hoog was, om in dat glas het bloet te vangen, soo als het uijt de aderen wierde gestord.

Van dit gevangen bloet, bragt ik soo ras als het mij doenlijk was, inde glase pomp en ik handelde daar mede als ik hier vooren meer maal hebbe geseijt, en [a]) sag wel aanstonts verscheijde lugt-bellen uijt het bloet op komen, die op de superfitie van het bloet sijnde, boven gemeen groot wierden, en sag daar benevens dat het bloet inde glase pomp van C. na B. soo danig sakte, dat daar 5. duijm-breet hoog de pomp met lugt vervult wierd.

Eer ik tot dit werk quam, hadde ik naeuwkuerig agt genomen, wat spatie lugt inde glase buijs was, als ik deselvige aan D. door het vuijer hadde toe gesloоten.

Ik haalde soo langsaam als het mij doenlijk was, de pomp-stok uijt [52]) de glase pomp of buijs, en ik sag, dat alle de dunne lugt, die als boven geseijt is 5. duijm-breet hoogte in de glase buijs van C. na B. hadde vervult, gans door het glas, of in het bloet was verhuijst, want ik [b]) konde geen de minste vermeerdering van lugt, inde dunne glase buijs van C. na D. vernemen [53]).

6de proef. Ik opende de glase Pomp aan D. en ik bragt alle het bloet uijt de glase Pomp of buijs, en dat soo schoon als het mij doenlijk was; en dede opnieuw

---

[a]) A: En [b]) A: ik en

[50]) Nadat L. de pompstok uit de buis heeft getrokken, vond hij in deze proef een veel kleiner restant uitgepompte lucht dan in de vorige proef. Dit resultaat wordt beïnvloed door twee factoren. In de eerste plaats zal bloedserum, dat slechts twee uur gestaan heeft, warmer zijn dan als het zeventien uur gestaan heeft, waardoor de oplosbaarheid van lucht in bloedserum in de loop van de tijd toeneemt. In de tweede plaats zal het bloedserum, evenals water (vgl. aant. 35), naarmate het langer aan de lucht staat, meer lucht kunnen oplossen, omdat dit een langzaam proces is.

[51]) *over sijn diameter*, over de middellijn gemeten.

[52]) De komma, die in het handschrift achter *uijt* staat, is duidelijkheidshalve weggelaten.

[53]) *vernemen*, waarnemen.

Behalve aan de mogelijkheid, dat de *dunne lugt* door de glazen wand uit de buis geperst kan worden, denkt L. ook aan de mogelijkheid, dat de *dunne lugt* in de vloeistof opgenomen kan worden (zie ook blz. 10, aant. 29).

almost out of the tube occupied the column from C to B, $4^2/_3$ inches high.

When I had pulled the plunger, again very slowly, out of the glass pump, I saw that all the air-bubbles disappeared from sight and that this large amount of air, which had occupied a column $4^2/_3$ inches high in the wide tube, had moved out of the tube to such an extent that only $^1/_6$ of an inch's height of it had remained in the narrow tube, from C to E, so that, according to the calculation which I then made, the air that had escaped from this blood occupied $^1/_{2376}$ of the space which the blood, from which the said air had been pumped, had occupied [21]).

Furthermore I went to a Butcher, at the time when I knew he was about to kill a calf, in order to pump the air out of the blood while the blood was still warm. *5th experiment.*

To this end I took with me my apparatus described above, and a glass tube which, at the bottom as well as at the top, had a diameter of two inches and was eight inches high, in order to collect blood in that tube as soon as it was shed out of the arteries.

I transferred some of the blood thus collected to the glass pump as quickly as I could, and I dealt with it in the way I have described many times before; and indeed I saw at once several air-bubbles rising from the blood, which, when they were on the surface of the blood, became extremely big, and I also saw that the blood in the pump sank so much from C to B that the pump there became filled with air to a height of 5 inches.

Before I started on this work, I had noted carefully what column air was in the tube when I sealed it at D by means of fire.

I pulled the plunger out of the pump or tube as slowly as I could and I saw that all the thin air which, as stated above, had filled the tube from C to B to a height of 5 inches had passed entirely through the glass or into the blood, for I could not perceive the slightest increase of air in the narrow tube from C to D [22]).

I opened the Pump at D, and I removed all the blood from the glass Pump or tube, and that as accurately as I could; and once again I put blood *6th experiment.*

---

[21]) After L. had pulled the piston rod from the tube, he found a much smaller remnant of pumped-out air in this experiment than in the preceding ones. This result is due to two factors. In the first place blood serum that has been standing for only two hours will be warmer than when it has been standing for seventeen hours, owing to which the solubility of air in blood serum increases with time. In the second place blood serum, just like water *(cf.* note 16), will be able to dissolve more air according as it is exposed longer to the air, because this is a slow process.

[22]) Apart from the possibility that *thin air* may be forced from the tube through the glass wall, L. also considers it possible that the *thin air* may be absorbed in the liquid (see also p. 11, note 12).

bloet inde selve, en hervatte weder mijne lugt-pompinge, en sag doen, dat de glase buijs van C. tot na [54]) B. ontrent 5. duijm hoog, met lugt wierde vervult, ende datter mede eenig lugt-bellen uijt het bloet op quamen, die seer groot wierden.

Na dat ik de Pomp-stok, seer sagt uijt de glase buijs hadde gehaalt [a]), vernam ik, dat de lugt inde dunne glase buijs met twee lugt-belletgens, die met een weijnig bloet bedekt lagen, was vermeerdert, en welke lugt-belletgens, ijder niet grooter waren als gemene santgens [55]).

Of nu dese kleijne quantiteit lugt, wel uijt het bloet sijn [56]) voort gekomen, dan of een weijnig lugt, uit het water is voort gekomen, waar mede ik de glase-pomp hadde gereijnigt, eer ik voor de tweede maal het bloet inde selvige hadde gedaan, dat is mij onbekent [57]).

7de proef. Ik liet het glas, waar in het bloet gevangen [58]) was, in mijn huijs brengen, en na dat het selvige een ure tijds in het glas hadde gestaan, en nog een weijnig warm was, dede ik op nieuw van het bovenste bloet, dat al een weijnig dunder was geworden, inde glase pomp, ende de glase pomp aan D. geslooten hebbende, volbragt ik weder mijne uijtpompinge, en ik vernam dat de spatie lugt, die door de uijtpompinge geschiede [59]), van C. na B. seer na met 4. duijm lugt, vervult wierd, en na mijne vermogenste observatie [60]) sag ik, dat maar $^{1}/_{4025}$. deel lugt inde dunne glase buijs, vermeerdert was [61]).

Ik leijde de glase pomp, na dat de pomp stok daar uijt getrokken was, neder, latende die aan D. geslooten.

Na dat deselvige dus ses uren hadde gelegen, sag ik, dat de laast geseijde vermeerde [b]) lugt, meer als de helft, was vermindert [62]).

---

a) A: uyt de glase buys of pomp hadde uyt gehaalt b) A: vermeerderde

54) *tot na*, naar.

55) Een *santge* heeft een diameter van ongeveer 260 μ.

56) *sijn*, lees: is.

57) In deze en de voorgaande proef experimenteerde L. met bloed, dat direct uit het kalf kwam. Dit wil zeggen, dat het serum zich nog niet had afgescheiden en dat het bloed in de luchtpomp behalve serum ook rode bloedlichaampjes bevatte. De aanwezigheid van de rode bloedlichaampjes verklaart dan ook het ontbreken van een restant uitgepompte lucht. De grote luchtbellen, die hij evenals Boyle (zie aant. 44) bij de drukverlaging zag opstijgen, waren afkomstig van de zuurstof, die chemisch aan de rode bloedlichaampjes gebonden was. Toen L. vervolgens de *natuerlijke stand* van de vloeistofkolom herstelde, werd het overgrote deel van de vrijgemaakte zuurstof weer chemisch aan de rode bloedlichaampjes gebonden, zodat L. in de capillair geen vermeerdering van het restant uitgepompte lucht kon meten.

58) *gevangen*, opgevangen.

59) De formulering is niet gelukkig. L. bedoelt, dat door de *uijtpompinge* een ruimte ontstond tussen *C* en *B* van vier duim, die met lucht gevuld was.

60) *na mijne vermogenste observatie*, volgens mijn naar beste kunnen verrichte waarneming.

61) Bij deze proef, na één uur staan van het bloed, moet men rekening houden met het feit, dat nog niet alle bloed gestold was *(het bovenste bloet dat al een weijnig dunder was geworden)*, d.w.z. dat het bloedserum nog niet kleurloos was, dus nog rode bloedlichaampjes bevatte, waardoor zijn meetresultaat mede beïnvloed zal zijn (zie ook aant. 57).

62) Een deel van het restant uitgepompte lucht wordt dus na het herstel van de atmosferische druk weer in het bloedserum opgelost als gevolg van de aanwezigheid van de rode bloedlichaampjes en van de afname van de temperatuur. In 1661 nam Huygens hetzelfde verschijnsel waar bij het uitpompen van water *(Oeuvres Complètes de Christiaan Huygens*, Dl. XVII, blz. 317, 323).

in it and resumed my pumping of air, and I then saw that the tube became filled with air from C to B to a height of about 5 inches, and that there also rose a few air-bubbles from the blood which became very big.

When I had pulled the plunger very gently out of the glass tube, I saw that the air in the narrow tube had been augmented with two tiny air-bubbles which were covered with some blood, and these tiny air-bubbles were each no bigger than small grains of ordinary sand [23]).

Now I do not know whether this small quantity of air actually originated from the blood or whether some air had escaped from the water with which I had cleaned the pump before I had put blood in it the second time [24]).

I ordered the glass vessel in which the blood had been collected to my house, and after it had stood for an hour in the vessel and was still a little warm, I put some of the top layer of the blood, which already become slightly thinner, in the pump again, and having sealed the pump at D, I once more performed my pumping operation, and I saw that the space which was produced by the pumping operation was filled from C to B very nearly with 4 inches of air, and according to my best observation I saw that the air in the narrow tube had been augmented by only $^{1}/_{4025}$ [25]). *7th experiment.*

After the plunger had been pulled out, I put down the pump, leaving it sealed at D.

After it had been lying thus for six hours, I saw that the augmented air, just mentioned, had been reduced by more than one half [26]).

---

[23]) A *small grain of sand* has a diameter of about 260 μ.

[24]) In this experiment and the preceding one L. was experimenting with blood that came directly from the calf. This implies that the serum had not yet separated off and that the blood in the air-pump contained red blood corpuscles as well as serum. The presence of the red blood corpuscles therefore accounts for the absence of any remnant of pumped-out air. The large air-bubbles which like Boyle (see note 18), he saw rising as the pressure was reduced were due to the oxygen that was bound chemically to the red blood corpuscles. When L. subsequently restored the *natural position* of the liquid column, by far the greater part of the liberated oxygen was bound again chemically to the red corpuscles, so that L. could not detect any increase of the remnant of pumped-out air in the capillary.

[25]) In this experiment, performed after the blood had been standing for one hour, the fact has to be taken into account that not all the blood had clotted yet *(the top layer of the blood, which already become slightly thinner)*, *i.e.*, that the blood serum was not yet colourless and accordingly still contained some red blood corpuscles, a fact by which the result of L.'s measurement will also have been affected (see also note 24).

[26]) A portion of the remnant of pumped-out air therefore is dissolved again in the blood serum after the restoration of the atmospheric pressure, owing to the presence of the red blood corpuscles and the lowering of the temperature. In 1661 Huygens observed the same phenomenon when water was pumped out *(Oeuvres Complètes de Christiaan Huygens*, Vol. XVII, pp. 317, 323).

8ste proef. Het bloet 8. uren uijt het beest geweest sijnde [a]), en dat de dunne stoffe die boven op het bloet was leggende, in die tijd was vermeerdert, heb ik weder de lugt uijt het bloet gepompt; dog alsoo 8. â. 10. kleijne lugt-belletgens, inde dunne glase buijs, tusschen het bloet geplaast lagen, soo en hebbe ik soo een nette afmetinge niet konnen maken [63]), als ik hier vooren hadde gedaan, alleen oordeelde ik met het bloote oog af te sien, datter een seer weijnig gedeelte lugt, meerder uijt het bloet was voort gekomen, als met mijne laast voor gaande uijt werkinge [64]) was geschiet.

9de proef. Het bloet 26. uren in het glas gestaan hebbende, nam ik vande bovenste dunne stoffe, ende ik dede die inde glase pomp, en ik haalde op nieuw de dunne lugt, die met seer veel kleijne belletgens uijt het bloet op quam, en vernam dat de spatie inde glase pomp of buijs, van C. na B. met $3^2/_3$. duijm lugt vervult wierd. De [b]) pomp-stok uijt de glase pomp gebragt hebbende, oordeelde ik na mijn beste vermogen, dat de lugt $^1/_{792}$. deel [65]) vande groote die het bloet hadde, was vermeerdert.

10de proef. Na dat het bloet 44. uren int glas hadde gestaan, stelde ik mijn lugt-pompe weder int werk, en ik bevond, dat soo een seer weijnig [66]) lugt meerder uijt het bloet voort quam, dat die niet noterens waardig was [67]).

11de proef. Na verloop van nog 12. uren, heb ik weder de uijt-pompinge van lugt, uijt het bloet gepompt [68]), maar geen verandering, of vermeerdering van lugt konnen gewaar werden.

12de proef. Als het bloet nu seer na 5. dagen, ende 5. nagten, op mijn comptoir [69]) hadde gestaan, heb ik het bovenste van het selvige genomen, ende dat in een nieuwe glase pomp of buijs gedaan, daar in nog geen nat hadde geweest. Welkers langte [c]) BC. was 17. duijmen, ende de lengte AB. 11. duijmen. Met dese heb ik gehandelt als vooren, en waar genomen, dat de lugt-bellen, die uijt het bloet op quamen, ende de lugt deelen die van buijtenen door het glas in quamen, van C. na B. een plaats vervulden, van ruijm $5.^2/_3$. duijm, in welke uijt werkinge ik naeuw regard nam, op [70]) de op komende lugt-bellen, die int op komen van tijd tot tijd [23]), grooter wierden, als hier vooren nog maal is geseijt, en sag, dat eenige vande selvige naar advenand haar groote, in snelheijt, boven andere die kleijnder waren, overtreften [71]); ja eenige groote liepen

---

[a]) A: hebbende [b]) A: lugt wierd, en de [c]) A: lengte

[63]) *een nette afmetinge... maken*, een nauwkeurige meting verrichten.

[64]) *uijt werkinge*, verrichting, proef.

[65]) $^1/_{792}$. *deel*, lees: met $^1/_{792}$ deel.

[66]) *soo een seer weijnig*, zo'n kleine hoeveelheid.

[67]) L. nam na 26 uur in de 10de t/m de 12de proef waar, dat de restanten uitgepompte lucht praktisch even groot waren. Dit komt, doordat de temperatuur gedurende deze proeven constant is (nl. kamertemperatuur) en het serum de maximale fysische verzadiging met lucht nadert.

[68]) L. heeft zich vergist met het werkwoord. Men leze: hervat.

[69]) Voor de inrichting van L.'s *comptoir*, zie Brief 26 [18], van 9 oktober 1676, *Alle de Brieven*, Dl. 2, blz. 78-80, aant. 38 en 45.

[70]) *naeuw regard nam, op*, nauwkeurig acht sloeg op.

[71]) L. bedoelt: uitstaken; er heeft een contaminatie plaats gehad van de twee uitdrukkingen: „andere overtreffen" en „boven andere uitsteken".

When the blood had been out of the animal for more than 8 hours and the thin substance that lay on top of the blood had increased in that time, I pumped the air out of the blood again; but since 8 to 10 tiny air-bubbles remained in the blood in the narrow tube, I was not able to perform as accurate a measurement as I had made before. Looking with the naked eye I could only judge that a very small amount of air had escaped from the blood in addition to that in my preceding experiment. *8th experiment.*

When the blood had been in the glass vessel for 26 hours, I took some of the thin substance in the top layer and put it in the pump, and I pumped out the thin air again, which rose in a great many tiny bubbles from the blood, and I perceived that the space in the pump or tube from C to B became filled with a column of air $3^2/_3$ inches high. After I had pulled the plunger out of the pump, I judged as best I could that the air had augmented by $^1/_{792}$ of the volume which the blood had. *9th experiment.*

After the blood had been in the glass vessel for 44 hours, I again set my air-pump to work, and I found that so little additional air escaped from the blood that it was not worth noting [27]). *10th experiment.*

After another 12 hours I again resumed the pumping of air from the blood, but I could not perceive any change or increase of air. *11th experiment.*

Now when the blood had been in my study [28]) for very nearly 5 days and 5 nights, I removed the top layer of it, and put that in a new pump or tube, in which there had not yet been any moisture and the length of which (BC) was 17 inches, and the length AB 11 inches. With this I dealt as before, and I observed that the air-bubbles which rose from the blood and the particles of air which passed through the glass from outside filled a space from C to B of more than $5^2/_3$ inches, in which experiment I paid close attention to the rising air-bubbles which, as they rose, gradually became bigger, as I said before; and I saw that some of them, according to their size, exceeded in speed the others *12th experiment.*

---

[27]) In the 10th, 11th, and 12th experiments, after 26 hours, L. observed that the remnants of pumped-out air were practically the same. This is due to the fact that during these experiments the temperature was constant *(viz.* room temperature) and the serum approaches the maximum of physical saturation with air.

[28]) For the appointment of L.'s *study*, see Letter 26 [18], of 9 October 1676, *Collected Letters*, Vol. 2, pp. 79-81, notes 29 and 33.

5. à. 6. maal snelder, als de kleijne na boven, en ik sag ook verscheijde maal dat de groote lugt-bellen, die van onderen op quamen, de kleijnder op sij uijt haar plaats stieten, en alsoo hare snelheijt vervolgende, sonder dat de lugt-bellen, met den anderen [72]) quamen te vereenigen; dat ik mij inbeelde alleen belet wierde, door de taeije, of dikke stoffe, waar uijt dese soo genoemde dunne stoffe, ofte weij van het bloet bestaat.

Dit siende quam mij in gedagten, de redenen, waar om een groote lugt-bel, veel snelder na de superfitie vande vogt moet gestooten werden, als een kleijnder lugt-bel. Want laat de axe van een kleijne lugt-bel doen 1. ende de axe van een andere lugt-bel doet 3. soo staat de proportie van de pilaar [73]) die de kleijne lugt-bel moet door snijden, tegen de [a]) pilaar die de groote lugt-bel moet door snijden, als 1. tot 9. ende de hoe groot heijt vande kleijne lugt-bel, wiens axe doet 1. staat tegen de lugt-bel wiens axe doet 3. als 1. tot 27. bij gevolg dan, moet na die proportie de groote lugt-bel, de kleijne, die sij beijde door de vogt na boven gestooten werden, in snelte verre over treffen [74]).

En gelijk dit plaats heeft in lugt-bellen, soo heeft het ook insgelijks plaats, in het vallen van lighamen door de lugt, die van gelijke stofswaarheijt [75]) sijn, als ook int schieten van koegels [76]), die met gelijke gewelt, geschooten werden.

Komende nu weder daar ik het hier vooren gelaten hebbende, soo trok ik de pomp-stok seer langsaam uijt, en na dat ik op alles soo naeuwkuerig agt genomen hadde, als het mij doenlijk was, soo bevond ik, dat de lugt die uijt het bloet [77]), inde dunne glase buijs, met [78]) de uijt pompinge van C. na D. vermeerdert, of toe genomen, was $^{1}/_{720}$. deel [65]) vande groote die het bloet hadde.

Ik weet wel, dat men mij wel kan aan wijsen, dat mijn doen niet volmaakt is, maar ik hebbe het soo verre soeken te brengen, als ik voor dees tijd hebbe konnen bedenken.

Conclusie uit de voorgaande proeven.

Ik hebbe nog wel eenige observatien gedaan, maar die niet aan getekent, om dat ik oordeel ten genoegen werkdadig [79]) bewesen te hebben, datter geen andere lugt in het bloet is, als het inde aderen, of als het warm uijt deselvige komt; als de dunne subtile lugt, die niet alleen door ons gantsche lighaam, maar welke lugt ook door alle vaste lighamen gaat.

---

[a]) A: de proportie van de

[72]) *met den anderen,* met elkaar.

[73]) *pilaar,* kolom.

[74]) L. past de wet van ARCHIMEDES toe, volgens welke de opwaartse druk evenredig is met het volume, dus met r^3. Hij laat hier buiten beschouwing de weerstand van de vloeistof, die volgens de wet van STOKES evenredig is met de snelheid v en de diameter r van de dampbel. De dampbellen krijgen al gauw een zodanige snelheid, dat de weerstand gelijk aan de opwaartse kracht wordt, en ze verder met eenparige snelheid opstijgen. Dit komt overeen met L.'s waarneming, dat de grotere dampbellen het snelst opstijgen, maar de stijgsnelheid is niet, zoals L. meent, evenredig met de 3de macht maar met het kwadraat van de diameter. [Star]

[75]) *stofswaarheijt,* soortelijk gewicht.

[76]) *koegel,* dit is een gewestelijke vorm van „kogel", waarschijnlijk met een oe uitgesproken; zie *Woordenb. Ned. Taal,* Dl. 7 (2), kol. 5045.

[77]) In deze zin heeft L. het werkwoord vergeten; men leze: *die uijt het bloet op quam.*

[78]) *met,* door.

[79]) *ten genoegen,* op bevredigende wijze; *werkdadig,* metterdaad, door proefnemingen.

which were smaller, nay, a few big ones moved up to 5 to 6 times after than the small ones. And I also saw several times that the big air-bubbles, which rose from below, pushed aside the smaller ones from their place, and thus maintained their speed without the air-bubbles becoming united with each other. I imagined this was prevented only by the tough or thick substance of which this so-called thin substance or serum of the blood consists.

On seeing this, it occurred to me why a large air-bubble must be forced much faster to the surface of the liquid than a smaller air-bubble. For, if the axis of a small air-bubble is 1 and the axis of another air-bubble is 3, the proportion of the column which the small air-bubble must traverse is to the column which the large air-bubble must traverse as 1 to 9, and the volume of the small air-bubble, whose axis is 1, is to that of the air-bubble whose axis is 3 as 1 to 27; in consequence the large air-bubble must, according to this proportion, greatly exceed the small one in speed as they are both thrust up through the liquid [29]).

And just as this takes place with air-bubbles, it also takes place with the falling of bodies having the same specific gravity through the air as well as with the shooting of bullets which are shot with equal force.

Now returning again to where I left off before, I pulled the plunger out very slowly, and after I had paid as careful attention to everything as I could, I found that the air which rose from the blood into the narrow tube, had increased or augmented, through the pumping, from C to D, by $^1/_{720}$ of the volume which the blood had.

I know quite well that it may be pointed out to me that my procedure is not perfect, but I tried to make it as perfect as I was able to devise for the present.

Conclusion from the preceding experiments.

I made a few more observations, but I did not keep any notes of them, because I consider I have proved satisfactorily by experiment that there is no other air in the blood, when it comes into the arteries or when it comes warm out of them, except the thin, subtle air which passes not only through the whole of our body, but which also passes through all solid bodies.

---

[29]) L. applies the law of ARCHIMEDES, according to which the upward thrust is proportional to the volume, *i.e.* to r^3. He here leaves out of account the resistance of the liquid, which according to the law of STOKES is proportional to the velocity v and the diameter r of the vapour-bubble. The vapour-bubbles soon acquire a velocity such that the resistance becomes equal to the upward thrust and that they further rise with uniform velocity. This is in agreement with L.'s observation that the larger vapour-bubbles rise most quickly, but the rising velocity is not, as L. assumes, proportional to the cube but to the square of the diameter. [Star]

Sien wij nu als hier vooren geseijt, datter geen andere lugt in het bloet is, als de subtile lugt die door alle lighamen kan, en ook door gaat, ende [a]) dat de gemene lugt die in het bloet gevonden werd, als het al eenige uren inde lugt gestaan heeft, en die bij na niet noterens waardig is [80]). Soo is nu het gemene seggen [b]) van veele Genees en Heelmeesters onder de voet geworpen [81]), als sij geen regte redenen van de siektens weten te geven, met te seggen, het bloet is gaande geworden. Het is aan het fermenteren geraakt. en diergelijke.

Wat ons belangt, wij konnen nu nog meer als voor desen vast stellen, dat al wat beweginge [82]) het bloet aangedaan werd, alleen van het Hert afhangt [83]).

---

[a]) hs: end

[80]) Aan het eind van zijn experimenten geeft L. kort en bondig vier conclusies.
Zijn eerste conclusie, dat er zeer weinig lucht aanwezig is in bloed *in vivo*, berust in belangrijke mate op zijn waarneming in de 5de proef, toen hij er bij warm bloed, dat direct uit het lichaam komt, niet in slaagde om een restant uitgepompte lucht te meten (blz. 18, aant. 53).
Zijn tweede conclusie, dat er alleen maar *dunne subtile lugt* in het bloed (serum) aanwezig is, is gebaseerd op DESCARTES' hypothese over de subtiele materie (blz. 10, aant. 29). L. meent aangetoond te hebben, dat het mogelijk is om de *dunne lugt* uit een vloeistof te pompen (blz. 18, aant. 53).
Zijn derde conclusie, dat bloed (serum), aan de lucht staande, *gemene lugt* opneemt, berust op zijn chronologische serie van experimenten.
Zijn vierde en laatste conclusie, dat de hoeveelheid lucht in het bloed (serum) *bij na niet noterens waardig* is, zal vermoedelijk samenhangen met zijn meting van het grotere restant uitgepompte lucht, dat hij uit gewoon regenwater heeft kunnen pompen (blz. 12, aant. 35). Mogelijk had L. verwacht, dat het bloed(serum) evenveel of zelfs méér lucht zou bevatten dan water.

Volgens moderne opvattingen heeft L. zich in de conclusies uit zijn luchtpompproeven teveel laten leiden door DESCARTES' hypothese over de subtiele materie; heeft hij zich in de keuze van zijn proefobject te uitsluitend beperkt tot het bloedserum; en bovendien miste hij zelfs voor zijn tijd teveel fundamentele kennis van de fysische eigenschappen van gassen om de resultaten van zijn eigen experimenten te kunnen interpreteren.

[81]) *onder de voet geworpen*, ontkracht. Men leze deze zin als volgt: Zo zijn nu de gewone praatjes van vele genees- en heelmeesters ontkracht, die, als ze de werkelijke oorzaak van de ziekten niet kunnen opgeven, zeggen: het bloed is gaan lopen, het is aan het gisten geraakt, en dergelijke.

[82]) *al wat beweginge*, welke beweging ook.

[83]) Sommige artsen van de iatrochemische richting zoals STEVEN BLANKAART waren de mening toegedaan, dat het opgenomen voedsel achtereenvolgens in de mond, in de maag, in de darmen en tenslotte in het bloed verschillende chemische bewerkingen moest ondergaan, voordat het voedsel de hoogste graad van volmaaktheid bereikt had, waardoor het in de lichaamsweefsels opgenomen zou kunnen worden. De bewerkingen noemden zij fermentatie, analoog aan de gisting van brooddeeg of van bier. De primaire voorwaarde om het proces te laten verlopen was het ferment (speeksel in de mond, zuur in de maag, sappen in de darmen en... lucht in de longen). Een van de belangrijkste secondaire voorwaarden was de werking van de subtiele materie (L.'s *dunne lugt*), die door haar grote „energie" het voedsel in verschillende stadia van bewerking door elkaar zou schudden en in beweging zou houden. In de longen zou het bloed met het bijna volmaakt bewerkte voedsel de laatste en belangrijkste fermentatie ondergaan. Inhakend op de experimenten van BOYLE en LOWER stelden deze iatrochemici, dat de ingeademde lucht bestaande uit grove delen (L.'s *gemene lugt*) en fijne delen (subtiele materie, *dunne lugt*), in de longblaasjes werd gebracht, waar de *gemene lugt* fermenteerde met het bloed, waarna de *gemene lugt* en de ontstane dampen werden uitgeademd. Tijdens deze beslissende fermentatie zou het bloed de subtiele materie en wat *gemene lugt* opnemen.

Storingen in al deze chemische bewerkingen zouden volgens deze artsen de oorzaak van ziekte en dood zijn.

Now when we see, as stated before, that there is no other air in the blood except the subtle air which can, and also does, pass through all bodies, and that the ordinary air which is found in the blood when it has been exposed to the open air for some hours, is hardly noteworthy [30]), the common saying of many Physicians and Surgeons who, when they cannot give proper reasons for diseases, say that the blood has begun to flow, to ferment, and the like, has now been refuted.

So far as we are concerned, we can now assert even more strongly than before that whatever movement is imparted to the blood depends only on the Heart [31]). And that it would be better to say that the blood is too thick,

---

[30]) At the end of his experiments L. briefly gives four conclusions.

His first conclusion, *viz.* that very little air is present in blood *in vivo*, is based to a considerable extent on his observation in the 5th experiment, when with warm blood coming directly from the body of the calf he failed to detect any remnant of pumped-out air (p. 19, note 22).

His second conclusion, *viz.* that only *thin subtle air* is present in the blood (serum), is based on DESCARTES's hypothesis on subtle matter (p. 11, note 12). L. thinks he has shown that it is possible to pump the *thin air* from a liquid (p. 19, note 22).

His third conclusion, *viz.* that blood (serum), when exposed to the air, absorbs *ordinary air*, is based on his chronological series of experiments.

His fourth and last conclusion, *viz.* that the amount of air in blood (serum) is *hardly noteworthy*, will probably be connected with his measurement of the larger remnant of pumped-out air which he managed to pump from ordinary rain-water (p. 13, note 16). L. may have expected that blood (serum) would contain the same or even a larger amount of air than water.

According to modern views L. was governed too much, in the conclusions from his air-pump experiments, by DESCARTES's hypothesis on subtle matter; he confined himself too much to blood serum in the choice of the object of his experiments; and moreover he lacked, even for his time, too much fundamental knowledge of the physical properties of gases for him to be able to interpret the result of his own experiments.

[31]) Some physicians of the iatrochemical school, such as STEVEN BLANKAART, held that the food taken had to be subjected to different chemical processes successively in the mouth, in the stomach, in the intestines, and finally in the blood before the food could attain the highest degree of perfection, so that it could be absorbed into the body tissues. They called these processes fermentation, on the analogy of the fermentation of dough for bread or of beer. The primary condition for the process to take place was the ferment (saliva in the mouth, acid in the stomach, juices in the intestines, and... air in the lungs). One of the principal secondary conditions was the action of the subtle matter (L.'s *thin air*), which owing to its great „energy" shook the food in various stages of the process and kept it agitated. According to this theory, in the lungs the blood with the practically perfectly processed food was subjected to the last and most important fermentation. Basing themselves on the experiments of BOYLE and LOWER, these iatrochemists assumed that the inhaled air, consisting of coarse components (L.'s *ordinary air*) and fine components (subtle matter, *thin air*), was introduced into the alveoli, where the *ordinary air* fermented with the blood, upon which the *ordinary air* and the vapours formed were exhaled. During this decisive fermentation the blood was assumed to absorb the subtle matter and some *ordinary air*.

According to these physicians it was disturbances in all these chemical processes which were the cause of illness and death.

En dat men beter soude seggen, het bloet is te dik, het kan niet wel door de kleijne vaatgens gestooten werden, en dus niet wel circuleren [84]).

Wanneer nu het bloet in soo een dikte is toe genomen, dat het door veele kleijne vaaten niet kan gaan, en [85]) uijt die oorsaak als toe gestopt blijven, en het Hert in sijn voortstootinge nog stark is, soo beeld [86]) ik mij in, dat als dan het bloet, uijt, of door de kleijne vaatgens gestooten werdende, die dan roode plekjens inde huijt maken. Ja ik heb veel maal in gedagten genomen, of niet wel [87]) door soo danige werkinge de sweeren inde huijt, die wij kinder pokken [88]) noemen, niet wel door soo danige siektens, veroorsaakt werden. Dog dit sijn maar speculatien [89]), ik geef het aan die geene, die het haar studie is, over.

Kervelzaadjes in urine.

Datter kervel-zaatgens in het wateren geloost sijn, dat komt mij vreemt voor, en wensche [a]) wel te weten, hoe lang het na die tijd is geweest, dat die gegeten sijn.

Wij weten hoe lang, dun, en scharp, het eene eijnde van een kervelzaatge is. Laten wij ons in beelden, dat een of meer vande kervel-zaaden, sonder die met de tanden te verbrijselen, de Maag zijn gepasseert, ende inde darmen komende, niet alleen in een hoek vande darm sijn blijven steeken, maar dat die met het scharpe eijnde de darm sijn door boort, en soo insgelijks ook de blaas, en tot inde holligheijt vande blaas geraakt sijnde, met het wateren

---

[a]) A: wenste

In enkele vroegere brieven, laatstelijk in Brief 116 [68], van 27 november 1691, *Alle de Brieven*, Dl. 8, blz. 196-198, en aant. 32, spreekt L. meerdere malen de theorie van de fermentatie van het bloed tegen.

In deze brief 120 [72] wordt duidelijk, dat L. de iatrochemische opvattingen over de rol van de lucht in het bloed niet goed begrepen heeft. L. dacht, dat volgens de iatrochemici de fermentatie veroorzaakt zou worden door de *gemene lugt* in het bloed. BLANKAART stelde echter, in de eerste plaats, dat er weinig *gemene lugt* in het bloed voorkomt en vervolgens, dat de fermentatie van de *gemene lugt* niet in het bloed maar in de longen plaats heeft. Eveneens veronderstelde L., dat de iatrochemici de *beweginge* van het bloed toeschreven zowel aan het hart als aan de *gemene lugt*. BLANKAART nam echter aan, dat die *beweginge* veroorzaakt werd door het hart en door de *dunne lugt*. Door zijn verkeerde interpretatie van de iatrochemische opvattingen mist L. met zijn aanval op de betekenis van de *gemene lugt* bij de iatrochemici de kern van de zaak.

(S. BLANKAART 1683: *De Kartesiaanse Academie Ofte Institutie Der Medicyne*, blz. 5, 20-21; K. E. ROTSCHUH 1968: *Physiologie, der Wandel ihrer Konzepte, Probleme und Methoden vom 16. bis 19. Jahrhundert*, blz. 76-93).

[84]) L. heeft reeds in Brief 72 [38], van 16 juli 1683, *Alle de Brieven*, Dl. 4, blz. 96-98, een uitvoerige beschouwing gegeven over zijn theorie van het dikke bloed bij koortslijders.

[85]) *en*, lees: en deze.

[86]) *beeld ik mij in*, stel ik mij voor.

[87]) In A ontbreekt *niet wel;* deze woorden zijn in het handschrift boven de regel bijgeschreven.

[88]) *kinder pokken*, gewone pokken, een veel voorkomende doodsoorzaak in de 17de eeuw.

[89]) *speculatien*, veronderstellingen.

that it cannot be properly forced through the tiny vessels, and cannot therefore circulate properly [32]).

Now when the blood has increased in thickness to such a degree that it cannot pass through many small vessels and the latter therefore remain clogged as it were, while the driving power of the Heart is still strong, I assume that as the blood is forced out of or through the small vessels the latter produce red spots in the skin. Nay, I have often considered whether owing to this process the sores in the skin which we call smallpox [33]) or similar illnesses may perhaps be caused. However, these are mere speculations, and I leave it to those who study it.

Chervil-seeds in urine.

It seems strange to me that chervil seeds should have been discharged in urination, and I should like to know how long after they were eaten this took place.

We know how long, thin, and sharp one end of a chervil seed is. Let us assume that one or more of the chervil seeds, without having been crushed with the teeth, has passed through the Stomach and, on coming into the intestines, has not only got stuck in a corner of the intestine, but has pierced the intestine with its sharp end, and in the same way also the bladder, and having got into the interior of the bladder, is discharged during urination.

In some of the earlier letters, lastly in Letter 116 [68], of 27 November 1691, *Collected Letters*, Vol. 8, pp. 197-199, and note 13, L. repeatedly refutes the theory of the fermentation of blood.

In Letter 120 [72] here under discussion it becomes evident that L. failed to understand the iatrochemical views on the role of air in blood properly. L. thought that according to the iatrochemists the fermentation was caused by the *ordinary air* in the blood. However, Blankaart assumed in the first place that there is little *ordinary air* in the blood, and secondly that the fermentation of *ordinary air* takes place in the lungs, not in the blood. L. also supposed that the iatrochemists attributed the *movement* of the blood to the heart as well as to the *ordinary air.* But Blankaart assumed that this *movement* was caused by the heart and by the *thin air.* Owing to his misinterpretation of the iatrochemical views L. in his attack on the significance of *ordinary air* in the iatrochemists missed the essence of the matter (S. Blankaart 1683: *De Kartesiaanse Academie Ofte Institutie Der Medicyne*, pp. 5, 20-21; K. E. Rotschuh 1968: *Physiologie, der Wandel ihrer Konzepte, Probleme und Methoden vom 16. bis 19. Jahrhundert*, pp. 76-93).

[32]) Already in Letter 72 [38], of 16 July 1683, *Collected Letters*, Vol. 4, pp. 97-99, L. gave a detailed exposition of this theory of thick blood in fever patients.

[33]) *smallpox*, a frequent cause of death in the seventeenth century.

uijt geloost sijn, en dus [11]) beeld ik mij in kan het wel geschieden, en sonder sulks, is het voor mij onbegrijpelijk [90]).

Aalbeszaadjes in urine.

Eenige jaren geleden komt seker Geneesmeester bij mij, en toont mij een papierke, al waar in lagen eenige kleijne deeltgens, die hij Geneesmeester seijde dat sekere juffrouw, in haar wateren geloost hadde, met bij voeginge, of ik die deeltgens eens wilde examineren, dat ik aan nam te doen.

Eenige vande selvige door het vergroot glas doorsogt [91]) hebbende, sag ik klaar [92]), dat het Zaatgens uijt roode aelbessen waren.

Dit tegen de Geneesmeester seggende, stond [93]) verbaast, seggende wat wegen sijnder, waar door die konnen passeren. Ik seijde daar op, dat ik geloofde dat die noeijt in maag of darmen hadde geweest, om dat seer veel kleijne vaatgens, en stoffe vande Aelbes, aan de Zaatgens nog vast waren, en bij aldien die de maag en eenige darmen waren gepasseert geweest, dat die stoffe voor het merendeel vande selvige, soude afgestooten sijn. Met verder bij voeginge, dat ik geloofde, dat eer een vande Dienst-Meijsens [94]) die zaatgens inde water-pot hadden gesmeten, om door sulk doen haar juffrouw te meerder konnen beklagen.

Wij vinden Menschen, die de naam wel willen dragen, van door gaans siekelijk te sijn, om dat [95]) men haar beklagen, en medelijden soude hebben.

Steentjes in urine.

Wij hebben een exempel in onse stad, van seker Vrouws persoon, die de onnosele [96]) Menschen wijs maakte, dat sij verscheijde steenen, door de ordinaire water loosinge met smert quijt wierde.

Dit geloofde ook in die tijt seker Geneesmeester, en ook eenige kerkelijke persoonen, soo dat veele medelijden met haar hadden, en [97]) groote opschuddinge inde stad maakte.

Seker Genees Meester gaf mij soo danige steen inde hand, om die te examineren. Maar ik gaf die aanstonts over, na dat ik al vooren met mijn sluetel op deselvige hadde geslagen, en daar door met het bloote oog gesien, dat het een stuk van een gebakke vloer-steen was. En sulks wierd ook bij eenige

---

[90]) De voorgaande twee alinea's zijn een reactie op WALLER's opmerking over kervelzaadjes die werden gegeten bij een kuur met ijzerhoudend bronwater in zijn brief aan L., van 2 februari 1691/2 O.S. (12 februari 1692 N.S.), *Alle de Brieven*, Dl. 8, blz. 336. De tuinkervel, *Anthriscus cerefolium* (L.) Hoffm., is een van oudsher bekende geneeskrachtige plant, waarvan onder meer de langwerpige, 7 tot 11 mm lange, spits toelopende vruchten (L.'s *zaaden*) gebruikt worden als diureticum (G. HEGI 1926: *Illustrierte Flora von Mittel=Europa*, Dl. 5 (2), blz. 1027-1030).

[91]) *doorsogt*, onderzocht.

[92]) *klaar*, duidelijk.

[93]) *stond*, lees: stond deze.

[94]) *Dienst-Meysens* is het meervoud van de dialectische diminutiefvorm *dienst-meisse*. Dit type van meervoudsvorming treffen we bij L. meermalen aan bij woorden op *-e* (bijv. *siecktens*, *gedaantes*). Het wordt wel beschouwd als een dubbele meervoudsvorm, maar waarschijnlijker is, dat het een anormale spelling is van de uitgang *-es*. L. zal wel *dienstmeises* gezegd hebben, evenals *ziektes*, *gedaantes*.

[95]) *om dat*, opdat.

[96]) *onnosele*, niet kwaad denkende, goedgelovige.

[97]) *en*, lees: en zij (nl. die vrouw).

And this way I imagine it may well happen; otherwise it is incomprehensible to me [34]).

Red currant seeds in urine.

A few years ago a certain Physician came to see me and showed me a bit of paper, in which there were some small particles, which he, the Physician, said a certain young lady had discharged in urination, requesting me to examine those particles, which I agreed to do.

Having examined some of them through the magnifying glass, I saw clearly that they were little seeds from red currants.

When I told the Physician so, he was astonished, saying: what channels are there through which these are able to pass? I replied that I believed they had never been in the stomach or intestines, because very many tiny vessels and substance from the Currant still stuck to the little Seeds, and if they had passed through the stomach and some intestines, most of that substance would have been removed from them. I further added that I rather believed of the Servant-Girls had thrown those little seeds into the chamber-pot, in order that, by so doing, her mistress would gain more sympathy.

We find People who like to be thought of as invalids, in order that they may be commiserated with and pitied.

Small stones in urine.

We have an example in our city, of a certain Woman who deluded credulous People into believing that with much pain she voided several stones in the ordinary passing of water.

This was also believed at the time by a certain Physician as well as by some clerical persons, so that many people pitied her, and she caused a great stir in the city.

A certain Physician handed me such a stone, to examine it. But I gave it back at once after I had struck it with my key and saw with my naked eye that it was a piece of a baked paving-tile. And this was also confirmed by a

---

[34]) The preceding two paragraphs are a reaction to WALLER's observation about chervil seeds which were eaten during a cure of iron-containing waters, in his letter to L., of 2 February 1691/2 O.S. (12 February 1692 N.S.), *Collected Letters*, Vol. 8, p. 337. Garden chervil, *Anthriscus cerefolium* (L.) Hoffm., is a medicinal herb known from of old, the elongated tapering fruits (6 to 11 mm long) (L.'s *seeds*) of which were used as a diuretic (G. HEGI 1926: *Illustrierte Flora von Mittel=Europa*, Vol. 5 (2), pp. 1027-1030).

Hooge Leeraars, die deselve ten proeve hadde gestelt [98]), bevestigt, en sedert dat dese valsheijt ontdekt was, heb ik niet gehoort, dat sij meer veijnsde steenen quijt te worden.

Varkenshaar in huid van kind.

Wij hebben een exempel in onse stad, van een kint dat gespeelt ende gebeeten hadde aan een Varkens-bostel [99]), welk kint, daar na op de buijk krijgende eenige verheveling [100]), dede de Heelmeester aldaar een kleijne opening, en haalde daar uijt een Varkens-hair.

Dit kint sal na alle aparentie [101]), een Varkens-hair door de keel, int lijf gekregen hebben, ende inde darm komende door deselvige, met het scharpe deel gestooten wesende, eijntelijk de huijt mede door boorende, aldaar te voorschijn is gekomen, en wie weet wat wegen dit hair al gepasseert is [102]).

Wanneer dit hair inde blaes was gekomen, ende aldaar hadde gebleven, soo soude het selvige met een steenagtige stoffe, konnen om wassen ofte beset geworden hebben.

Vruchtwand en zaadhuid van tarwekorrel.

Ik hebbe alleen de Taruw en Rogge, door het vergroot glas gesien, als die met het bloemagtig cieraat [103]), of bloesem versien zijn. Maar ik hebbe al over veel jaren [41]), de schorssen of basten van het koorn, en wel voornamentlijk vande Taruw geexamineert, en voor vergroot glasen gestelt, omme wanneer men vande hoe kleijnheijt van de Vrugten quam te spreeken, de menigvuldige seer kleijne vaatgens, waar mede ijder vande menbrane of schorsse, daar in het meel ende de plant in beslooten of bewaart leijt, te [a]) konnen aan wijsen.

fig. III.

Fig: 3. GHIKLM. vertoont een seer kleijn gedeelte vande buijtenste bast of menbrane van een Taruw (welke bast, als het meel daar af gemalen is, bij ons semel genaamt werd.) waar in men niet alleen siet de menigvuldige vaaten, waar uijt het selvige bestaat, maar dat dese vaaten ontrent het eijnde vande Taruw gekomen sijnde, tot hairagtige deelen uijt wassen, als met IKL. werd aangewesen.

---

a) hs: te te

98) *ten proeve ... gestelt,* door proefnemingen onderzocht.

99) *Varkens-bostel,* borstel van varkenshaar. De vorm *bostel* voor borstel wordt in het *Woordenb. Ned. Taal,* Dl. 3 (1), kol. 671, slechts één maal aangehaald als een Vlaamse bijvorm, door assimilatie ontstaan. L. gebruikte dezelfde vorm in Brief 101 [56], van 11 juli 1687, *Alle de Brieven,* Dl. 6, blz. 338, aant. 86.

100) *verheveling,* verhevenheidje, bobbeltje. De *l,* die in plaats van de *n* in dit woord voorkomt, is wel ontstaan tengevolge van een dissimilatie van de beide nasalen *n* en *ng.* L. gebruikt ook wel *verheveltheden,* waarin eveneens denasalering van de *n* tot de *l* optreedt.

101) *na alle aparentie,* naar alle waarschijnlijkheid.

102) De bewering, dat bij een kind dat in een varkensborstel gebeten had, een varkenshaar uit de buikwand naar voren zou zijn gekomen, is niet onmogelijk, aangezien een ingeslikte naald soms ook ergens anders in het lichaam naar buiten kan komen. [Li.]

103) De wat merkwaardige uitdrukking *bloemagtig cieraat* voor de bloem heeft L. blijkbaar overgenomen uit de Nederlandse vertaling van WALLER's brief van 2 februari 1691/2 O.S. (12 februari 1692 N.S.), *Alle de Brieven,* Dl. 8, blz. 336.

Deze en de hier volgende alinea's zijn een antwoord op WALLER's tekening en beschrijving van een grasaartje in bovengenoemde brief *(idem,* blz. 338-340, figuur LXXV).

few Professors, who had examined it experimentally, and after this deceit had been discovered, I have not heard again that she feigned to get rid of any stones.

Hog's hair in skin of a child.

We have an example in our city of a child who had been playing with a Hog's hair Brush and had bitten it, and when this child got a small lump afterwards on the belly, the Physician made a small opening there and removed a Hog's hair from it.

This child, in all probability, got a Hog's hair into the body through the throat, and the hair, passing through it into the intestine and having thrust through it with its sharp end, finally pierced the skin, and made its appearance there; and who knows what channels this hair may have passed through [35]).

If this hair had got into the bladder and had remained there, a stony substance might have grown around it or covered it.

Pericarp and seed-coat of grain of wheat.

I have only seen Wheat and Rye through the magnifying glass when they bore the flowery ornament [36]) or bloom. But many years ago I already examined the rinds or barks of corn, especially of Wheat, and placed them before magnifying glasses, in order to be able, when people were talking about the smallness of the Fruits, to point to the numerous very tiny vessels with which each of the membranes or barks in which the flour and the plant is enclosed or kept is provided.

fig. III.

Fig. 3 GHIKLM shows a very small part of the outermost bark or membrane of a grain of Wheat (which bark, when the flour has been ground from it, is called bran by us), in which one sees not only the numerous vessels of which it consists, but that these vessels, having got near the end of the grain of Wheat, grow into hairy parts, as is indicated by IKL.

---

[35]) The statement that, in the case of a child that had bitten a brush of hog's hair, a hair had emerged from the wall of the belly is not impossible, since a swallowed needle may also emerge from another part of the body. [Li.]

[36]) This paragraph and the following ones form a reply to WALLER's drawing and description of an ear of grass in WALLER's letter of 2 February 1691/2 O.S. (12 February 1692 N.S.), *Collected Letters*, Vol. 8, pp. 339-341, Fig. LXXV.

fig. IV. Fig: 4. ABCDEF. vertoont het tweede basje of menbrane vande Taruw, dat van het voor verhaalde basje, of menbrane bedekt is; al waar men in soo een kleijn gedeelte, dat niet grooter is of een grof sand [104]) soude het konnen bedekken, de wonderlijke loop vande menigvuldige seer kleijne vaatgens komt te sien, en gelijk UEd: seer wel aangemerkt heeft, dat niet [105]) te vergeefs gemaakt werd, soo konnen wij ons niet genoeg verwonderen, als wij sulke of diergelijke [106]) maaksels door het vergroot glas beschouwen.

fig. IV. In fig: 4. werd nog met D. en E. aan gewesen, een seer dun [a]) Vliesje, dat mij voor komt, als of het een derde dunne menbrane was, waar in gedrukt sijn, de globule vande meelagtige stoffe vande Taruw, dog wanneer ik dit ingebeelde [107]) vlies tragte te separeren, soo en heb ik het niet konnen doen, waar uijt ik een besluijt maakte, dat het geen menbrane was, maar eer een dunne meelagtige stoffe, die tegen de menbrane lag [108]).

Kleuren van jonge scheuten en bladeren.

Wat de coulueren aan gaan, die wij komen te sien, op de jonge schueten, of kleijne uijtspruijtende bladeren, die vinde ik seer bijsonder.

Dese uijtspruijtende bladeren, heb ik veel maal besien, en voornamentlijk de Wijngaart ranken, niet om der selver onderscheijde coulueren, maar voornamentlijk om was het mogelijk door het vergroot-glas, de voortstootinge vande wasdom te sien [109]).

Hier heb gij Hoog Geleerde Heer, het geene ik de koninklijke Societeit, op UEd. seer beleefde schrijvens, en aangename tegenwe[rpinge] [110]) voor dees tijd kan mede deelen. en ik sal blijven [b])

De koninklijke Societeit
ende UEd:
Alderonderdanigste Dienaar.

ANTONI VAN LEEUWENHOEK.

---

[a]) A: dunne [b]) A: En ik sal blyven enz: Antoni van Leeuwenhoek.

[104]) Een *grof sand* is ongeveer 870 μ.

[105]) *niet*, niets.

[106]) *diergelijke*, soortgelijke.

[107]) *ingebeelde*, veronderstelde.

[108]) L. herhaalt in deze en beide voorgaande alinea's de beschrijving van de vruchtwand (*buijtenste bast*) en de zaadhuid (*tweede basje*) van de tarwekorrel, die hij reeds in Brief 100 [55], van 13 juni 1687, *Alle de Brieven*, Dl. 6, blz. 262-264, met de figuren LXII en LXIII, heeft gegeven.

fig. IV. De globulen bij *D* en *E* in *fig: 4* zijn vermoedelijk de zetmeelkorrels van de cellen, die onder de zaadhuid liggen. [Swt.]

[109]) L. maakt deze opmerking naar aanleiding van WALLER's aantekeningen over de kleurverschillen van de helmknoppen van een grasaartje; zie Brief van WALLER, van 2 februari 1691/2 O.S. (12 februari 1692 N.S.), *Alle de Brieven*, Dl. 8, blz. 338).

[110]) Door het afsnijden van de bladzijde zijn de laatste letters van dit woord weggevallen.

Fig. 4 ABCDEF shows the second little bark or membrane of the grain of Wheat, which is covered by the aforementioned bark or membrane, where one may see, in so small a part, which is no bigger but a grain of coarse sand [37]) could cover it, the wonderful course of the numerous very tiny vessels, and as Your Honour has quite rightly observed that nothing has been made in vain, we cannot marvel sufficiently when we observe such or similar structures through the magnifying glass. *fig. IV.*

In fig. 4 is also indicated by D and E a very thin Membrane, which appears to me to be a third membrane, in which are pressed the globules of the floury substance of the Wheat, but when I tried to separate this supposed membrane, I was unable to do so, from which I concluded that it was not a membrane, but rather a thin floury substance which lay against the membrane [38]). *fig. IV.*

Colours of young shoots and leaves.

As to the colours which we see on the young shoots or small budding leaves, I find those very peculiar.

I have examined these budding leaves many times and particularly the Vine tendrils, not for their different colours, but mainly to see, if it were possible, the progress of growth through the magnifying glass [39]).

Here you have, Highly Learned Sir, what I can communicate for the present to the Royal Society in reply to Your Honour's most courteous letter and agreeable objections, and I will remain,

The Royal Society's
and Your Honour's
Most humble Servant,

ANTONI VAN LEEUWENHOEK.

---

[37]) A *grain of coarse sand* has a diameter of about 870 μ.

[38]) In this paragraph and the two preceding ones L. repeats the description of the pericarp *(outermost bark)* and the seed-coat *(second little bark)* of a grain of wheat, which he already gave in Letter 100 [55], of 13 June 1687, *Collected Letters,* Vol. 6, pp. 263-265, with Figures LXII and LXIII.

The globules at *D* and *E* in *fig. 4* are probably the grains of starch of the cells underneath the seed-coat. *fig. IV.*

[39]) L. makes this remark with reference to WALLER's notes on the differences in colour between the anthers of an ear of grass; see Letter of WALLER, of 2 February 1691/2 O.S. (12 February 1692 N.S.), Vol. 8, p. 339.

Gericht aan: de Coninklijke Societeit.

Manuscript: Ondertekende, eigenhandige brief te Londen, Royal Society, MS. 1945, Early Letters L. 2. 37. Veertien kwartobladzijden, waarvan twee blanco, met vier gegraveerde figuren op een afzonderlijk blad.

GEPUBLICEERD IN:

A. VAN LEEUWENHOEK 1693: *Derde Vervolg der Brieven* ..., blz. 454-474, 4 figuren (Delft: H. van Kroonevelt). – Nederlandse tekst [A].

A. VAN LEEUWENHOEK 1695: *Arcana Naturae Detecta*, blz. 298-311, 4 figuren (Delphis Batavorum: H. a Krooneveld). – Latijnse vertaling.

A. À LEEUWENHOEK 1722: *Opera Omnia, Seu Arcana Naturae, ... Editio Novissima*, blz. 274-286, 4 figuren (Lugduni Batavorum: J. A. Langerak). – Latijnse vertaling.

N. HARTSOEKER 1730: *Extrait Critique des Lettres de feu M. Leeuwenhoek*, in *Cours de Physique* ..., blz. 30 (La Haye: J. Swart). – Frans excerpt.

S. HOOLE 1798, 1807: *The select Works of Antony van Leeuwenhoek* ... (London), Dl. 1, blz. 106-112, 1 figuur; *idem*, Dl. 1, blz. 191-192, 2 figuren; *idem*, Dl. 2, blz. 316-317. – Engelse vertaling van respectievelijk het middendeel, het slot en het eerste deel van de brief.

A. J. J. VANDEVELDE 1922: *De Brieven 53 tot 75 van Antoni van Leeuwenhoek* ..., in Versl. en Meded. Kon. Vlaamsche Acad., Jrg. 1922, blz. 1051-1052. – Nederlands excerpt.

KORTE INHOUD:

Voortzetting van de proeven met een luchtpomp over de aanwezigheid van lucht in water, bloed en urine. Over de bloedsomloop in de vleugels van het juffertje, de grote groene sprinkhaan en twee soorten uiltjes. Over de haren op de vleugels van een vliegje.

OPMERKINGEN:

Een Engels extract in het handschrift van ROBERT HOOKE bevindt zich te Londen, Royal Society, MS. 1946, Early Letters L. 2. 38, vier bladzijden in folio, waarvan twee blanco, met het opschrift (op fol. 2 *verso*): *from Lewenhoeck 1692 / Jun: 1692. / Tryals of Water & / Blood in ye air-pump. / observ. of Jnsects Wings / V. 4g / NP.*. Een afschrift van dit extract werd opgenomen in Royal Society, Journal Book Original, Dl. IX, blz. 90-91.

FIGUREN:

L. zond aan de Royal Society in plaats van tekeningen een gravure, zoals die voorkomt in L.'s publicaties van deze brief. De originele tekeningen zijn niet teruggevonden.

LETTER No. 121 [73] 24th JUNE, 1692

Addressed to: the Royal Society.

Manuscript: Signed autograph letter, London, Royal Society, MS. 1945, Early Letters L. 2. 37. Fourteen quarto pages, two of which are blank, with four engraved figures on a separate sheet.

PUBLISHED IN:

A. VAN LEEUWENHOEK 1693: *Derde Vervolg der Brieven* ..., pp. 454-474, 4 figures (Delft: H. van Kroonevelt). – Dutch text [A].

A. VAN LEEUWENHOEK 1695: *Arcana Naturae Detecta*, pp. 298-311, 4 figures (Delphis Batavorum: H. a Krooneveld). – Latin translation.

A. À LEEUWENHOEK 1722: *Opera Omnia, Seu Arcana Naturae, ... Editio Novissima*, pp. 274-286, 4 figures (Lugduni Batavorum: J. A. Langerak). – Latin translation.

N. HARTSOEKER 1730: *Extrait Critique des Lettres de feu M. Leeuwenhoek*, in *Cours de Physique* ..., p. 30 (La Haye: J. Swart). – French excerpt.

S. HOOLE 1798, 1807: *The select Works of Antony van Leeuwenhoek* ... (London), Vol. 1, pp. 106-112, 1 figure; *idem*, Vol. 1, pp. 191-192, 2 figures; *idem*, Vol. 2, pp. 316-317. – English translation of the central part, the conclusion, and the first part of the letter respectively.

A. J. J. VANDEVELDE 1922: *De Brieven 53 tot 75 van Antoni van Leeuwenhoek* ..., in Versl. en Meded. Kon. Vlaamsche Acad., 1922, pp. 1051-1052. – Dutch excerpt.

SUMMARY:

Continuation of the experiments with an air-pump on the presence of air in water, blood, and urine. On the blood circulation in the wings of the damsel fly, the large green grasshopper, and two species of owlet-moths. On the hairs on the wings of a tiny fly.

REMARKS:

An English excerpt in the handwriting of ROBERT HOOKE is to be found in London, Royal Society, MS. 1946, Early Letters L. 2. 38, four folio pages, two of which are blank, with the superscription (on folio 2 *verso*): *from Lewenhoeck 1692 / Jun: 1692. / Tryals of Water & / Blood in yᵉ air-pump. / observ. of Jnsects Wings / V. 4g / NP.*. A copy of this excerpt was included in Royal Society, Journal Book Original, Vol. IX, pp. 90-91.

FIGURES:

Instead of drawings L. sent the Royal Society an engraving such as it occurs in L.'s publications of this letter. The original drawings have not been traced.

Delft in Holland den 24. juni 1692 [1]).

Hoogh Edele Heeren.
Mijn Heeren die vande Coninklijke Societeit.
Mijn laaste alderonderdanigste [a]) aan Hare Hoogh Edele is geweest den 22e April laastleden [2]).

Voortzetting van de proeven met de luchtpomp.

Na dat ik mijne uijtpompinge van lugt, uijt het water ende bloet, soo verre hadde volbragt, als bij mijne laast gesondene missive is vermelt, hebbe ik genomen wel [3]) gekookt regenwater, dit water kout geworden sijnde, spoelde ik met het selvige een bier-glas, en ik volde het doen, met het hier vooren geseyde water, en ik stelde het selvige twee dagen ongedekt op mijn comptoir [4]). Den derden dag stelde ik het glas in mijn comptoir venster, tegen het noortoosten staande ende dat van 's'mergens tot s'avonts, het was op dien dag sonneschijn, met koude noorde wint. Des anderen daags smergens, spoelde ik mijn grooste glase Pomp met dit water, en ik volde die met het selvige water, ende de Pomp geslooten hebbende, volbragt ik mijne uijt pompinge van lugt, en ik sag dat de lugt-bellen, uijt het water in groote [b]) quantiteit op borrelde, als ik voor desen in het ongekookt regenwater (dat uijt een regenbak was geschept) hadde gesien.

1ste proef (met gekookt regenwater).

Ende mijne pomp-stok uijt het glas gehaalt hebbende, sag ik, dat wanneer de dunne lugt uijt het glas verhuijst was, een groote [b]) quantiteit gemene lugt, inde dunne glase buijs [5]), als ik voor desen in het ongekookt water hadde gesien; en [c]) na mijn oordeel en rekeninge die ik quam te maken, was daar $^1/_{200}$. deel gemene lugt vande groote die het water hadde [6]) uijt het water gepompt [7]).

2de proef (met menselijk bloed).

Ik hadde aan seker Heel mr versogt, dat wanneer hij ijemant quam te laten [8]), dat [9]) mij dat bloet wilde toe senden. Hij sond mij daar op een pottge, waar in een weijnig bloet was [10]). Dit bloet was $^1/_8$. ure gaans inde lugt gedragen, eer ik het over nam. Dit bloet was soo dik gestolt, dat ik in plaats van niet als bloet, inde pomp te brengen, tot twee maal toe, daar ook lugt in bragt, soo dat

---

a) A: alderonderdanigste enz: b) A: grooter c) hs: gesien. en

1) Deze brief werd op 22 juni 1692 O.S. (2 juli 1692 N.S.) in de vergadering van de Royal Society gebracht. ROBERT HOOKE maakte er een Engels uittreksel van (zie blz. 36, *Opmerkingen)*, dat hij op 29 juni O.S. (9 juli N.S.) voorlas (Royal Society, *Journal Book Original*, Dl. IX, blz. 89-91).

2) Dit is de voorgaande Brief 120 [72], van 22 april 1692.

3) *wel*, goed.

4) Voor de inrichting van L.'s *comptoir*, zie Brief 28 [18], van 9 oktober 1676, *Alle de Brieven*, Dl. 2, blz. 78-80, aant. 38.

5) L. heeft hier het werkwoord vergeten; men leze: inde dunne glase buijs was.

6) *vande groote die het water hadde*, van de hoeveelheid die het water bevatte.

7) L. krijgt hier vrijwel hetzelfde resultaat als in zijn proef met ongekookt regenwater; zie Brief 120 [72], van 22 april, blz. 12, aant. 35, in dit deel. Het gekookte regenwater heeft inmiddels drie dagen aan de lucht blootgestaan, waardoor er weer lucht in is opgelost. [Star]

8) *laten*, aderlaten.

9) *dat hij*, lees: dat hij dan.

10) Het aderlaten van een patiënt, een veelvuldig toegepaste medische ingreep in L.'s tijd, behoorde tot het handwerk van de *Heelmeester* of chirurgijn; een arts deed dit niet.

Delft in Holland, the 24th of June 1692 [1]).

Very Noble Sirs,
Gentlemen of the Royal Society.

My last most humble [a]) missive to Your Honours was dated the 22nd of April last [2]).

Continuation of the experiments with the air-pump.

After I had pumped air from water and blood as far as described in the last missive sent by me, I took well-boiled rain-water; when this water had grown cold, I rinsed a beer-glass with it, I filled it with the aforesaid water and I placed this uncovered in my study [3]) for two days. On the third day I put the glass in my study window facing north-east, from morning to night; it was a sunny day, with a cold northerly wind. The next morning I rinsed my largest glass Pump with this water and I filled it with the said water. After I had sealed the Pump, I proceeded to pump out air, and I saw that the air-bubbles welled up from the water in greater numbers than I had previously seen in unboiled rainwater (which had been drawn from a rain-water cistern).

1st experiment (with boiled rain-water).

When I had pulled my plunger out of the glass, I saw that when the thin air had left the glass, there was a larger quantity of ordinary air in the narrow glass tube than I had previously seen in the unboiled water; and according to my judgment and the calculation I made $^1/_{200}$ part of ordinary air of the volume of the water had been pumped out of the water [4]).

2nd experiment (with human blood).

I had requested a certain Surgeon, if he should bleed anyone, to send me that blood. On this he sent me a small pot, which contained some blood [5]). This blood had been transported through the open air for $^1/_8$ of an hour's walk before I received it. This blood was so thickly clotted that, instead of introducing nothing but blood into the pump, I also introduced air, even twice

---

[a]) A: most humble, etc.

[1]) This letter was discussed on 22 June 1692 O.S. (2 July 1692 N.S.) in the meeting of the Royal Society. Robert Hooke made an English excerpt of it (see p. 37, *Remarks*), which he read to the Fellows on 29 June O.S. (9 July N.S.) (Royal Society, *Journal Book Original*, Vol. IX, pp. 89-91).

[2]) This is the preceding letter, *viz.* Letter 120 [72], of 22 April 1692.

[3]) For the arrangement of L.'s *study*, see Letter 28 [18], of 9 October 1676, *Collected Letters*, Vol. 2, pp. 79-81, note 29.

[4]) L. here gets practically the same result as in his experiment with unboiled rain-water; see Letter 120 [72], of 22 April 1692, p. 13, note 16, in the present volume. Meanwhile the boiled rain-water was exposed to the air for three days, as a result of which a good deal of air was dissolved in it. [Star]

[5]) The bleeding of a patient, a frequently applied medical treatment in L.'s time, formed part of the surgeon's work; a physician did not apply it.

ik ten derde maal eerst de pomp [a]) met bloet konde vervullen. Door welk doen, ik mij in beelde [11]), datter nog meerder lugt het bloet wierde toe gebragt, dan of ik ter eerster instantie [12]), de glase pomp met bloet hadde konnen vullen. Mijne uijt pompinge van lugt int werk stellende, sag ik datter groote lugtbellen, uijt het bloet te voorschijn quamen. Maar als ik mijn pomp-stok uijt de pomp hadde gehaalt, vernam [13]) ik dat na mijne naeuwste op merkinge [14]) die ik quam te maken, de lugt die uijt het bloet was voortgekomen, seer na $^1/_{1274}$. deel plaats besloeg, vande groote die het bloet hadde, waar uijt de lugt gepompt was.

3de proef. Een ander Heel m^r^ verstaan [15]) hebbende dat ik begerig was om Menschen bloet te hebben, presenteerde sijn dienst om 't mijnen huijse te komen, ende aldaar sijn knegt een ader te openen, dat ik aan nam, dog de ader geopent hebbende, quam het bloet seer langsaam en druppelende uijt de ader; Dit bloet inde glase pomp alwaar te vooren [b]) regen-water in hadde geweest, gedaan hebbende, volbragt ik weder mijne uijt pompinge, en ik vernam [13]) dat de gemene lugt inde glase pomp vermeerdert was, met $^1/_{2058}$. deel vande groote die het Bloet hadde [16]).

Vorders quamen mijn gedagten op de Urine, en stelde vast [17]) bij aldien daar eenige de minste lugt [c]) in het bloet was, dat deselvige ins gelijks in de Urine moste sijn [18]).

4de proef (met urine). fig. V. Ik nam dan mijn glase pomp in mijn voor gaande missive vermelt, ende aldaar met fig: 1. aan gewesen [2]), die ik aan C. een half duijm-breet lang af snede, om dat het bloet dat daar laast in hadde geweest, soo aan klevende was, dat ik met geen simpel uijtwassen met heet water en sand, de buijs konde reijnigen, en dus [19]) met een nieuw gemaakt dunne pomp-stok gereijnigt hebbende, maakte ik op nieuw een dunne buijs aan C. Mijn Urine des mergens gemaakt hebbende, volde ik aanstonts daar mede de glase pomp, ende deselvige aan D. geslooten hebbende, haalde ik de pomp-stok uijtwaarts, dog daar en quam niet een lugtbelletge te voorschijn, schoon de Urine in het glas van C. na B. wel 4. duijm quam te sakken, ende die plaats met seer dunne lugt vervult wierd, en ik mijn pomp-stok op een duijm lengte na hadde uijt getrokken. Dog het geene mij aan merkens waardig voor quam, dat was, dat een over groote quantiteit lugt-

---

a) A: de Pomp eerst b) A: alwaar daar te vooren c) A: de minste gemene lugt

11) *mij in beelde*, meen.

12) *dan of ik ter eerster instantie*, dan indien ik bij de eerste keer.

13) *vernam*, zag, nam waar.

14) *na mijne naeuwste op merkinge*, volgens mijn nauwkeurigste waarneming.

15) *verstaan*, waargenomen.

16) L. concludeerde dus uit de 2de en 3de proef, dat hoe verser het menselijk bloed, hoe minder lucht er in opgelost is. Dit komt overeen met de resultaten van de chronologische serie proeven met kalfsbloed in de 5de t/m 12de proef beschreven in de voorgaande brief; zie blz. 18-24 in dit deel. [Star]

17) *stelde vast*, nam met stelligheid aan.

18) L.'s keuze van urine als proefobject zal mede bepaald zijn door de mening van sommige 17de-eeuwse artsen, dat bloedserum een bestanddeel van urine zou zijn (K. E. Rotschuh 1968: *Physiologie, der Wandel ihrer Konzepte, Probleme und Methoden vom 16. bis 19. Jahrhundert*, blz. 83-85).

19) *dus*, zo, d.w.z. toen door het afsnijden van de buis reiniging mogelijk was. Het lijdend voorwerp bij *gereijnigt hebbende* (deze glazen pomp) is achterwege gelaten.

over, so that I could only fill the pump with blood the third time. In this way I imagined that even more air was added to the blood than if I had been able to fill the glass pump with blood the first time. When I proceeded to pump out air, I saw that large air-bubbles emerged from the blood. But when I had pulled my piston-rod out of the pump, I saw that, according to the most accurate observation I made, the air which had emerged from the blood occupied almost $^1/_{1274}$ part of the volume of the blood from which the air had been pumped.

Another Surgeon, who had learned that I was anxious to have Human Blood, proffered his services to come to my house and open a vein of his servant there; I accepted this offer, but when he had opened the vein, the blood flowed very slowly in drops from the vein. After having introduced this blood into the glass pump which had previously contained rain-water, I again performed my pumping operation, and I saw that the ordinary air in the glass pump had increased by $^1/_{2058}$ part of the volume of the Blood [6]). *3rd experiment.*

Thereafter my thoughts turned to Urine, and I positively assumed that if there were the smallest quantity of air [a]) in the blood, it must also be present in the Urine [7]).

I therefore took my glass pump mentioned in my preceding missive and shown there in Fig. 1, which I cut off at C for a length of half an inch, because the blood which it had recently contained stuck to it so much that I could not clean the tube by simply washing it out with hot water and sand, and when I had cleaned the pump with a freshly made thin piston rod, I once again made a narrow tube at C. Having passed my Urine in the morning, I at once filled the glass pump with it, and when I had sealed it at D, I pulled out the plunger, but not a single air-bubble appeared, although the Urine sank in the glass from C to B at least 4 inches, while that space was filled with very thin air and I had pulled out my plunger but for one inch. But what seemed remarkable *4th experiment (with urine). fig. V.*

---

[a]) A: ordinary air

[6]) L. therefore concluded from the 2nd and 3rd experiments that the more recently human blood was obtained, the smaller the amount of air dissolved in it. This is in agreement with the results of the chronological series of experiments with the blood of a calf in experiments 5 to 12 incl. described in the preceding letter; see pp. 19-25, in the present volume. [Star]

[7]) L.'s selection of urine as an object for the experiment will partly have been inspired by the opinion of some 17th-century physicians that blood serum was a component of urine (K. E. Rotschuh 1968: *Physiologie, der Wandel ihrer Konzepte, Probleme und Methoden vom 16. bis 19. Jahrhundert*, pp. 83-85).

bellen uijt de Urine op quamen, ter plaatse daar het eijnde vande pomp-stok hadde geweest, eer ik die uijt waarts hadde getrokken, namentlijk ontrent N. en dese lugt bellen quamen alte maal als uijt een à. twee puncten voort, en niet op veele plaatsen als int water was geschiet [20]).

Hier op stond ik een weijnig stil [21]), niet konnende bedenken de oorsaak van dese menigte op komende lugt-bellen. Ja deselvige bragten soo veel lighaams [22]) voort, dat de lugt van C. na B. maar drie duijm was.

Na dat ik ontrent een quart van een ure tijts, daar op hadde staan speculeren [23]), en in die tijd twee maal met de glase pomp, neerwaarts op hout geklopt hebbende, op dat de lugt-bellen, die te voorschijn quamen, en aan het glas soo nu als dan, vast bleven sitten, daar van souden verhuijsen, en na het oppervlak van het water souden gaan, soo sag ik, dat met mijn derde kloppinge die ik met de pomp quam te maken, aan B. en dat als uijt een punct, wel 100. lugt bellen te voorschijn quamen, en dat in korten tijd. Dit op komen van lugt-bellen op houdende, hervatten ik weder mijne kloppinge, en daar op quamen [a]) nog eenige seer weijnige lugt-bellen te voorschijn.

Dit voor de tweede maal gesien hebbende, quam mij de oorsaak van dese voor verhaalde lugt-bellen, te binnen [24]) en die is dese.

Luchtbellen in glas.

Wij weten dat in veel glas, een groote quantiteit lugt-bellen sijn, en soo is het glas daar mijn buijsen van gemaakt sijn, schoon ik die hebbe laten maken, in vier distincte [25]) glas-ovens, ja selfs in andere landen.

Dese lugt-bellen die wij [b]) in Spiegel glasen sien, schijnen ons toe rond te sijn. Dog als ik die uijt eenige insigten [26]), door het vergroot-glas geexamineert heb, soo heb ik die noeijt rond gevonden, maar die altijts [c]) een weijnig scheefrond bevonden, na die sijde toe, al waar het glas int blasen, sig meest hadde uijt geset. Het glas nu uijt den Oven genomen sijnde, om een glase buijs te blasen, werd eerst een weijnig hol geblasen, en dan aanstonts in een groote lengte uijt getrokken, waar door de lugt-belletgens die int glas sijn, sig mede in een groote

---

[a]) A: daar quamem [b]) A: als wy die [c]) A: maar altijts

[20]) Vers geloosde, warme urine is evenals vers, warm bloedserum arm aan opgeloste gassen. L. krijgt onder dezelfde omstandigheden hetzelfde resultaat als in de 2de en 3de proeven hierboven; vgl. aant. 16.

[21]) L. bedoelt, dat hij even wachtte om over dit verschijnsel na te denken, voordat hij zijn proeven voortzette.

[22]) *soo veel lighaams*, hier: zo'n groot volume lucht.

[23]) *speculeren*, nadenken.

[24]) *quam mij ... te binnen*, begreep ik.

[25]) *distincte*, verschillende.

[26]) *uijt eenige insigten*, met bepaalde bedoelingen die hier niet nader worden omschreven.

[27]) Met *digt aan het uijterste vande holligheijt* bedoelt L. waarschijnlijk „zeer dicht bij de binnenwand". C wijkt hier van L.'s tekst af; de vertaling luidt: *Una aut plures, ex his tenuissimis cavitatibus oblongis vulgari nostro aere repletis, & extremitate sua versus majoris tubi cavitatem tendentibus, ibi in illa nactae sunt aperturam.*

De ingewikkelde constructie van het eerste deel van deze zin (tot en met *voort gekomen*) is L. te machtig geweest. Dit deel moet als volgt begrepen worden: Doordat een of meer van deze met lucht gevulde kanaaltjes in het glas, dichtbij de binnenwand van de grote glazen buis gelegen, met een opening daarin uitkwam, of gebroken was door de kracht die ik met de pompstok uitoefende, is de lucht daaruit ontsnapt en (in de urine) opgestegen.

to me was that a very large quantity of air-bubbles rose from the Urine in the place where the end of the plunger had been before I had pulled it out, namely near N; and these air-bubbles all rose as it were from one or two points, and not in many places, as had happened in the water [8]).

Upon this I stopped for a moment, since I was unable to think of a reason for of this multitude of rising air-bubbles. Nay, they formed so great a volume that the air from C to B was only three inches.

After I had been thinking about this for about a quarter of an hour, during which time I had tapped the glass pump twice on wood in order to make the air-bubbles which appeared and now and then stuck to the glass move away from it and rise to the surface of the water, I saw that, on tapping the pump on wood for the third time, at least 100 air-bubbles appeared at B, and this as it were from one point and in a short time. When the air-bubbles had stopped rising, I resumed my tapping and then a few more air-bubbles appeared.

When I had seen this a second time, I understood the cause of the aforesaid air-bubbles; it is as follows:

Air-bubbles in glass.

We know that in many kinds of glass there are a great many air-bubbles, and this is also true of the glass from which my tubes are made, although I had them made in four different glass-furnaces, and even in other countries.

These air-bubbles, which we see in Plate-glass, appear to us to be round. But when, with certain intentions, I examined them through the magnifying glass, I never found them to be round, but always somewhat obliquely round

[8]) Recently discharged warm urine, like recently obtained warm blood serum, contains only small amounts of dissolved gases. Under identical conditions L. obtained the same result as in the 2nd and 3rd experiments above; see note 6.

lengte laten uijt rekken, soo datter in het glase lighaam vande buijs, nog verscheijde kleijne buijsen gemaakt werden, waar van eenige het sij na de binne of buijte kant vande buijs, wel soo dun van glas sijn, dat die seer ligt konnen breken. Een ofte meer vande seer dunne holligheden die met onse gemene lugt sijn gevolt, ende digt aan het uijterste vande holligheijt vande groote glase buijs leggende, en een openheijt inde holligheijt vande buijs hebbende, of door het gewelt [28]), dat ik met de pomp-stok kome te doen, gebrooken sijnde, de op komende lugt, daar uijt is voort gekomen, en welke kleijne quantiteit lugt, door de tusschen komende fijne deelen [29]), haar in sulke groote spatie uijt setten, datse soo een groote plaats vervulde. Ik trok dan eijntelijk de pomp-stok seer langsaam uijt de pomp, en ik sag tot mijn groot genoegen, dat de in geslootene gemene lugt, die boven inde dunne glase buijs aan D. was geweest, doe [a]) ik deselve hadde toe geslooten, gesepareert vande deelen lugt, die in gekomen waren, leggen [30]), te meer om dat alle de inkomende lugt, niet in eene massa bij malkanderen lag, maar die bestond uijt agt â. tien kleijne ronde bolletgens, die een weijnig van malkanderen lagen, en waar van een bolletge boven de anderen in groote uijt stak.

Ik stelde ook vast [17]), dat gelijk door het uijt trekken vande pomp-stok, ende het ontstukken breeken van een of meer kleijne buijsjens, die int glas naast de holligheijt vande groote buijs hadde gelegen, de lugt uijt deselve inde holligheijt vande groote glase buijs was gekomen. Dat [31]) met het gans uijt trekken vande pompstok, dese kleijne glase buijsjens, weder met Urine mosten vervult werden.

Ik opende de glase buijs weder aan D. en liet de Urine daar uijt loopen, en door sogt met het vergrootglas de glase buijs, en ik sag twee seer dunne holligheden, die geen half hair-breet [32]) van den anderen [33]) lagen, waar van den eenen seer na tot aan C. quam.

Uijt dese ontdekkinge stelde ik vast [34]), dat bij aldien ik mijne uijt pompinge weder int werk stelde, dat mij weijnig of geen lugt soude ontmoeten. Want [35]) gelijk dese geseijde lange dunne holligheden, ofte buijse, lugt hadden

---

[a]) A: doen

[28]) *gewelt ... doen,* kracht uitoefenen.

[29]) Het is niet geheel duidelijk wat L. bedoelt met de *tusschen komende fijne deelen.* Waarschijnlijk denkt hij aan de fijne deeltjes van de subtiele materie *(dunne lugt)*, waaraan hij, evenals Huygens, een grote elasticiteit toeschrijft; zie *Oeuvres Complètes de Christiaan Huygens,* Dl. XVII, blz. 329. Vgl. ook de voorgaande Brief 120 [72], van 22 april 1692, blz. 26-28, aant. 83, over de grote „energie" die men toeschreef aan de subtiele materie.

[30]) *leggen,* lees: lag.

[31]) *Dat,* lees: en dat.

[32]) Een *hair van ons hooft* heeft een diamater van 60-80 μ.

[33]) *van, nevens den anderen,* van, naast elkaar.

[34]) *stelde ik vast,* trok ik de conclusie. C heeft: *Ex hac detectione conclusi.*

[35]) De zin loopt hier nog door. Men leze als volgt: want dat de genoemde lange dunne kanaaltjes of buisjes nu in plaats van lucht de urine waarmede ze gevuld waren zouden doen uitstromen, evenals ze (bij het eerste gedeelte van deze proef) lucht hadden doen ontsnappen.

towards the side where the glass, during the blowing process, had distended most. Now when the glass has been taken out of the Furnace, to blow a glass tube, it is first blown somewhat hollow, and then at once drawn out to a great length, as a result of which the little air-bubbles which are present in the glass are also drawn out to a great length, so that in the glass body of the tube several small tubes are also formed, some of which, either on the inside or the outside of the tube, are of such thin glass that they tend to break easily. Because one or more of the very narrow channels filled with our ordinary air, lying close to the inner wall of the large glass tube, opened out into the tube or had been broken by the force I exerted with the piston rod, the rising air escaped, and this small quantity of air, in consequence of the interspersion of the fine parts [9]), expanded to so great a volume that it filled a large space. I then at last pulled out the plunger very slowly from the pump and saw to my great satisfaction that the confined ordinary air which had been in the upper part of the narrow glass tube at D when I sealed it was separated from the parts of air that had entered, the more so because not all the entering air lay together in one mass, but consisted of eight to ten small round globules, which lay a little apart, while one globule was bigger than the others.

I also assumed that, as owing to the pulling out of the plunger and the breaking of one or more of the small tubules which had been in the glass near the inner wall of the large tube, the air from them had got into the interior of the large glass tube, and that when the plunger was pulled out completely these small glass tubules were bound to be filled with Urine again.

I opened the glass tube at D again, let the Urine flow out, and examined the glass tube with the magnifying glass; and I saw two very narrow channels, which lay less than half a hair's breadth [10]) apart and of which one came very close to C.

From this discovery I concluded that if I resumed my pumping operation, I should find little air, if any, for just as the said long and narrow channels or

---

[9]) It is not quite clear what L. means by the *interspersion of fine parts.* He is probably thinking of the fine particles of the subtle matter (*thin air*), to which, like HUYGENS, he attributes great plasticity; see *Oeuvres Complètes de Christiaan Huygens*, Vol. XVII, p. 329. See also the preceding letter, *viz.* Letter 120 [72], of 22 April 1692, p. 27-29, note 31, on the great „energy" that was attributed to the subtle matter.

[10]) A *hair from our head* has a diameter of 60-80 μ.

verschaft, datse nu in plaats van lugt, de Urine waar mede die gevult waren, souden ontlasten [36]).

5de proef (met urine).

Ik dede op nieuw weder [a]) warme Urine inde pomp, en ik sloot die als te meermaal is geseijt, aan D. toe, en soo ras, en hadde ik mijn pomp-stok niet beginnen uijtwaarts te trekken, of ik sag twee lugtbellen opwaarts komen, sonder dat ik int verder uijthalen, eenig de minste lugt-bel gewaar wierde; en wanneer ik de pomp-stok gans hadde uijt getrokken, konde ik met het oog [37]) sien, dat de lugt inde dunne glase buijs, ontrent E. een seer kleijn gedeelte was vermeerdert, dat ik mij in beelde alleen geschiet te sijn, door de int eerst op komende lugt-bellen, en welke lugt-bellen, maar bij geval [38]) uijt de een of d'ander holligheijt, of ongelijkheijt van het glas waren voort gekomen.

6de proef.

Vorders stelde ik de Urine seven uren lang inde lugt, als wanneer ik de glase pomp weder met de Urine volde [39]), en ik ging met het uijt pompe vande lugt, als vooren te werk, en ik sag datter verscheijde lugt bellen uijt de Urine op quamen, en wanneer ik de pomp-stok hadde uijt getrokken, sag ik na mijn naeuwe op merkinge [40]), dat de lugt inde dunne glase buijs $^1/_{1404}$. deel vande groote die de urine hadde was vermeerdert.

7de proef.

Na dat de Urine nog 17. uren op mijn comptoir, en 16. uren inde lugt [41]) hadde gestaan, hebbe ik weder de lugt daar uijt gepompt, ende als doen waar genomen, dat de uijt gepompte lugt $^1/_{896}$. deel was, vande groote, die de Urine hadde [42]).

Kritiek op genees- en heelmeesters.

Sien wij nu, dat nog in het bloet, soo als het uijt de Aderen komt, nog inde Urine, als die nog warm is, geen [43]) lugt is, soo mag men nog meer als voor desen, het seggen vande Genees en Heelmeesters inde wint slaan, namentlijk, als sij bij de lijders komen, de welke klagen, in het eene, ofte het andere deel, groote pijn te hebben, sij daar op seggen, daar hebje een wint gevat, of daar

---

[a]) A: weder op nieuw

[36]) *souden ontlasten*, zouden doen ontwijken.

L. geeft hier een ingenieuze verklaring voor het ontstaan van de belletjes in de buis *AN* onder de zuiger. Waarschijnlijker is echter, dat de pompbuis niet helemaal schoon was, want er had eerst, zoals hij zelf schrijft, in de 3de proef, bloed in gezeten. Bij het vullen van de buis met urine zullen er dan enkele luchtbelletjes tegen de wand zijn blijven zitten. Bovendien vermeldt L. dit verschijnsel bij alle voorgaande proeven niet. Gewoonlijk zullen er onder de zuiger geen lucht- of waterdampbellen ontstaan, omdat de zuiger bij de proef steeds iets lager staat dan het niveau van de vloeistofkolom in de buis *BCD*, zodat de druk onder de zuiger steeds iets hoger is. [Star]

Uit de ontdekking van de *twee seer dunne holligheden* concludeert L., dat zijn meetresultaten beïnvloed zouden kunnen worden door de daar aanwezige lucht. Vervolgens zorgt hij er voor, dat de *holligheden* met urine gevuld worden, zodat hij verlost is van een foutenbron.

[37]) *met het oog*, met het blote oog.

[38]) *bij geval*, bij toeval.

[39]) *als wanneer ik ... volde*, en toen vulde ik.

[40]) *na mijne naeuwe op merkinge*, volgens mijn nauwkeurige waarneming.

[41]) *inde lugt*, in de open lucht.

[42]) Evenals in de voorgaande Brief 120 [72] voert L. in de 4de t/m 7de proef een chronologische serie experimenten uit.

[43]) *geen* is overtollig, wegens het voorafgaande *nog* (= noch); dit laatste is in handschrift met een hoofdletter geschreven.

tubules had caused air to escape, they would now discharge, instead of air, the Urine with which they were filled [11]).

I once again poured warm Urine into the pump, and I sealed it, as repeatedly said, at D, and as soon as I had started to pull out my plunger, I saw two air-bubbles rising, although, when I pulled it out further, I did not perceive any air-bubble. And when I had pulled out the plunger completely, I could see with the naked eye that the air in the narrow glass tube, near E, had increased by a very small amount, which I imagined had been caused only by the air-bubbles rising first, which had only emerged accidentally out of one channel or another or some unevenness of the glass. *5th experiment (with urine).*

Thereafter I placed the Urine in the open air for seven hours, upon which I again filled the glass pump with the Urine and proceeded to pump out the air as before. And I saw that several air-bubbles rose from the Urine, and when I had pulled out the plunger, I saw according to my accurate observation that the air in the narrow glass tube had increased by $^1/_{1404}$ part of the volume the urine had occupied. *6th experiment.*

After the Urine had stood in my study for another 17 hours and in the open air for 16 hours, I again pumped the air out, and I then observed that the pumped-out air was $^1/_{896}$ part of the volume the Urine had occupied [12]). *7th experiment.*

Now since we find that there is no air either in blood, as it flows out of the Veins, or in Urine when it is still warm, we may disregard even more so than before the statement of Physicians and Surgeons, who say, when they visit their patients who complain of having grave pains in one part or *Criticism of physicians and surgeons.*

---

[11]) L. here gives an ingenious explanation of the origin of the bubbles in the cylinder *AN* underneath the plunger. It is, however, more likely that the pump cylinder was not quite clean, for in the 3rd experiment, as he himself writes, it had contained blood. When the cylinder was filled with urine, a few air-bubbles probably stuck to the wall. Moreover, L. does not mention this phenomenon in any of the previous experiments. As a rule no air or water vapour bubbles will be formed underneath the plunger, because the piston in the experiment is always in a position slightly below the level of the liquid column in the tube *BCD*, so that the pressure underneath the plunger is always slightly higher. [Star]

From the discovery of the *two very narrow channels* L. concludes that the results of his measurements might be affected by the air contained in them. He next sees to it that the *channels* are filled with urine, thus getting rid of a source of error.

[12]) As in the preceding letter, *viz.* Letter 120 [72], L. performs a chronological series of experiments in experiments 4 to 7 incl.

sit een verhoole wint, en diergelijke. Daar [44]) deselvige behoorden te seggen, daar sijn vaatgens gestopt, het bloet, of sappen, en kan daar niet ten genoegen [45]) door loopen en circuleren [a]), en soo danige op stoppinge veroorsaakt pijn, en ook wel op swelllinge [46]).

Na dat ik veel maal op bijsondere [47]) tijden, de Wieken van kleijne vliegende schepsels, als van Muggen, Vliegen, Wittgens, Uijltgens, Mottgens [48]), en diergelijke soort hadde geexamineert, en gesien, dat de Wieken van de eene soort van die Dierkens, door gaans [49]) waren beset [b]) met veeren [50]), en van andere weder de Wieken met geen veeren waren, als [51]) op de senuagtige deelen die de Wieken haar stijfte of Uijtspansel [52]) geven, en weder andere waren door gaans [49]) bezet met hairtgens, soo heb ik veel maal mijn gedagten laten gaan, op de seer dunne vliesjens, of menbrane die seer door schijnende sijn, en waar in de veertgens, of hairtgens, met haar schagjens, ordentelijk [53]) in vast staan, namentlijk, hoe die mogten gemaakt sijn [54]).

Bouw van insectenvleugel.

Want als ik mijn selven sogt te voldoen [55]), dat soo danige menbrane vande geseijde kleijne vliegende schepsels, gemaakt waren uijt een heldere lijmagtige stoffe te samen gestremt [56]), soo en konde ik mij niet voldoen [57]), want het scheen mij onmogelijk, dat op de geseijde wieken of menbranen, soo ordentelijk de veeren, en hairen, konden gemaakt werden. Nam ik in gedagten, dat de veeren en hairen, uijt aderen mogten gemaakt wesen. Soo [c]) konde ik

---

[a]) A: loopen, circuleren [b]) A: beset waren [c]) A: wesen, soo

[44]) *Daar*, terwijl, hoewel.

[45]) *ten genoegen*, in voldoende mate.

[46]) L. herhaalt, in meer algemene termen dan in de voorgaande brief, zijn bezwaar tegen de fermentatietheorie; zie Brief 120 [72], van 22 april 1692, blz. 26-28, aant. 83 en 84.

[47]) *bijsondere*, verschillende.

[48]) *Wittgens*, tegenwoordig „Witjes", is het vlindergenus *Pieris*, zie ook Brief 119 [71], van 7 maart 1692, *Alle de Brieven*, Dl. 8, blz. 322, aant. 143. De *Uijltgens* vormen de familie *Noctuidae* en de *Mottgens* omvatten vele families van de *Microlepidoptera*. [Swt.]

[49]) *door gaans*, overal.

[50]) *veeren*, schubben.

[51]) *als*, behalve.

[52]) *stijfte of Uijtspansel*, hun stevigheid of het vermogen uitgespannen te blijven.

[53]) *ordentelijk*, in ordelijke schikking.

[54]) L. schreef eerder over vleugelschubben in Brief 41, van 26 december 1678, *Alle de Brieven*, Dl. 2, blz. 404-406, nl. over de schubben van schoenlappers en motten, en in Brief 119 [71], van 7 maart 1692, *idem*, Dl. 8, blz. 284, over de schubben van de korenmot.

L. beschrijft hier en in de volgende alinea's in grote lijnen op juiste wijze de bouw van een insectenvleugel. Deze wordt gevormd door een netwerk van verdikte aderen of ribben (door L. *senuwen* genoemd), waartussen de dorsale en ventrale vleugelmembranen (L.'s *menbrane*) gespannen zijn. In de ribben lopen tracheeën (L.'s *groote bloet-vaaten*) en zenuwen (vgl. blz. 62 en aant. 104), terwijl in de overblijvende ruimte het bloed vrijelijk kan stromen.

[55]) *als ik mijn selven sogt te voldoen*, hier: toen ik trachtte mijzelf zekerheid te verschaffen. C: *Cum enim certus esse optarem.*

[56]) *te samen gestremt*, gestold, verhard.

[57]) *soo en konde ik mij niet voldoen*, toen kon ik mijzelf hier mee niet tevreden stellen.

another: you've got a wind there, or there is a hidden flatulence, and the like, although they ought to say: certain little vessels are stopped up, the blood or the juices cannot pass through and circulate sufficiently, and this stoppage causes pains, and sometimes even a swelling [13]).

After I had frequently examined at different times the Wings of small flying creatures, such as Gnats, Flies, Cabbage Whites, Owlet-Moths, Moths [14]), and similar species, and had seen that the Wings of one species of those little Animals were covered all over with feathers [15]), while the Wings of others had no feathers on them, except on the sinewy parts which give stiffness or Extensibility to the Wings, while others again were covered all over with little hairs, I often thought about the very thin cuticles or membranes, which are very transparent and in which the little feathers or hairs, with their quills, are implanted in an orderly arrangement, namely, how they may be constructed [16]).

Structure of insect wing.

For when I tried to ascertain whether that these membranes of the said small flying creatures were made of a clear, viscous, congealed substance, I could not satisfy myself, for it seemed impossible to me that the feathers and hairs could be made in such an orderly arrangement on the said wings or membranes. I thought that the feathers and hairs might be made up of veins,

---

[13]) In more general terms than in the preceding letter L. repeats his objection to the fermentation theory; see Letter 120 [72], of 22 April 1692, p. 27-29, notes 31 and 32.

[14]) *Cabbage Whites*; this is the butterfly genus *Pieris*, see also Letter 119 [71], of 7 March 1692, *Collected Letters*, Vol. 8, p. 323, note 59. The *Owlet-Moths* form the family of the *Noctuidae* and the *Moths* comprise many families of the *Microlepidoptera*. [Swt.]

[15]) *feathers*, scales.

[16]) L. previously wrote about wing-scales in Letter 41, of 26 December 1678, *Collected Letters*, Vol. 2, pp. 405-407, *viz.* about the scales of aurelias and moths, and in Letter 119 [71], of 7 March 1692, *ibid.*, Vol. 8, p. 285, about the scales of the corn moth.

Here and in the following paragraphs L. correctly describes in broad lines the structure of an insect wing. This is formed by a network of thickened veins or ribs (called *sinews* by L.), between which the dorsal and ventral wing membranes (L.'s *membranes*) are stretched. In the ribs there run tracheae (L.'s *large blood-vessels*) and nerves (see p. 63 and note 31), while in the remaining space the blood can flow freely.

niet bedenken, dat soo een dunne menbrane, met soo een over groot getal, konde versien wesen [58]).

Ik hebbe dan alle devoiren aan gewent [59]), omme was het mogelijk te ontdekken, het maaksel vande geseijde dunne menbrane, of vliesen. te [a]) meer, om dat ik over eenige jaren [60]) met wijlen den seer geleerden Heer Constantijn Huijgens van Zuijlighem, over die stoffe [61]) quam te spreeken, en eenige wieken liet sien, dien Heer nevens mij [62]) seer begeerig was, om te moge weten, het maaksel vande geseijde seer dunne Vliesen [63]).

Eijntelijk heb ik aan getroffen het vliegende schepsel, dat onse kinderen juffertgens noemen, waar van ik in mijn missive vanden 12e October 1680. kome mentie te maken, ende [64]) aldaar af geteijkent sijn [65]).

De menbrane van dese Dierkens, die tusschen de groote vaaten en senuwen loopen, en stijfte en starkte, aan de wieken geven, sijn met geen veeren of hairkens beset, dat mij noeijt in andere vliegende schepsels, soo veel mijn memorie toe draagt, is te vooren gekomen.

In dese geseijde Wieken, sag ik nu klaar datter groote bloet-vaaten inde senuwe liepen, ende dat uijt dese bloet-vaaten weder kleijne vaaten quamen die haar weder in verscheijde kleijne takken verspreijde, soodanig, dat die het gesigt ontweken [66]).

Bloed en „bloet-vaaten" in insectenvleugel.

Met dit verhaalde gesigt, en hebbe ik mij niet vergenoegt gehouden, en hebbe onder andere aan getroffen, de Wiek van een groote groene Sprink-haan [67]), inde welke ik nog klaarder, niet alleen hebbe gesien, dat uijt de groote bloet-vaaten, die inde wieken vande selvige liepen, weder vaaten quamen, maar gelijk [68]) het bloet, dat in dese vaaten groen van Couluer was, soo konde ik de kleijne vaaten, die uijt de groote vaaten quamen, en haar weder in kleijne

---

a) A: vliesen: te

58) Het hier verworpen denkbeeld van L., dat het vlies van insectenvleugels zou ontstaan door stolling van een *heldere lijmagtige stoffe*, is analoog aan de door hem beschreven ontstaanswijze van de diafragma's in de luchtkanalen van de bies, zie de hierna volgende Brief 122 [74], van 12 augustus 1692, blz. 104 in dit deel.

59) *devoiren aan gewent*, mijn best gedaan.

60) *over eenige jaren*, enige jaren geleden. De zin loopt niet, doordat een voegwoord achterwege is gebleven. Het beste leze men: te meer, omdat, toen ik enige jaren geleden.

61) Met *die stoffe* kan L. zowel het hier behandelde onderwerp in het algemeen bedoelen als de schubben in het bizonder (vgl. Brief 41, van 26 december 1678, *Alle de Brieven*, Dl. 2, blz. 404).

62) *nevens mij*, met mij, evenals ik.

63) Constantijn Huygens stierf op 28 maart 1687. Vgl. ook Brief 41, van 26 december 1678, *Alle de Brieven*, Dl. 2, blz. 404-406, gericht aan Huygens over de vleugelschubben.

64) *ende*, lees: en die.

65) L. verwijst hier naar Brief 65 [33], van 12 november 1680, *Alle de Brieven*, Dl. 3, blz. 316-318, fig. XXXIII, waar hij de paring van *kinderen jufferkens*, waterjuffers, beschreef en afbeeldde. Hoewel de term *juffertgens* soms ook gebruikt wordt voor de *Libellulidae* en de *Aeschnidae*, behoren de meeste soorten van juffers tot de *Agrionidae*.

66) *dat die het gesigt ontweken*, dat ze niet meer waar te nemen waren.

67) De *groote groene Sprink-haan* is waarschijnlijk *Phasgonura viridissima* Linn., de grootste, algemene, grasgroene soort in ons land, met een lengte van 28-35 mm en een vlucht van 10 cm (J. Th. Oudemans 1900: *De Nederlandsche Insecten*, blz. 221; Brief 54 [29], van 12 januari 1680, *Alle de Brieven*, Dl. 3, blz. 148, aant. 10).

68) L. heeft zich in zijn zin verward; hij bedoelt te zeggen: en zoals het bloed in deze vaten groen was, was het ook enigszins groen in de kleine vaten, naar ik nog kon zien, doch als ... enz.

but I could not conceive how so thin a membrane could be provided with such a great number [17]).

I therefore did my utmost to discover, if possible, the structure of the said thin membranes or cuticles; the more so because, when I talked about this subject [18]) some years ago with the late very learned Sir Constantijn Huijgens van Zuijlighem and showed him some wings, that Gentleman, like myself, was very eager to know the structure of the said very thin Membranes [19]).

Finally I came across the flying creature our children call damsel flies, which I mentioned in my missive of the 12th of October 1680 and which are illustrated there [20]).

The membranes of these little Animals, which extend between the large vessels and sinews and give firmness and strength to the wings, are not covered with feathers or little hairs, which, as far as I can remember, I never observed in other flying creatures.

In the said Wings I now saw clearly that large blood-vessels passed through the sinews and that out of these blood-vessels there came other (small) vessels, which in turn ramified into several small branches, so small that they could not be observed.

Blood and „blood-vessels" in insect wing.

I was not satisfied with the said spectacle, and among other things I found the Wing of a large green Grasshopper [21]), in which I not only saw even more clearly that out of the large blood-vessels running through its wings there came other vessels, but just as the blood that was in these vessels had a green Colour, I could also see that the blood in the small vessels which came out of the large vessels and ramified in turn into small branches was slightly green,

---

17) The notion of L. that is here rejected, *viz.* that the membrane of insect wings is formed by coagulation of a *clear viscous substance,* is analogous to the origin of the diaphragms in the air tubes of rushes described by him; see the succeeding letter, *viz.* Letter 122 [74], of 12 August 1692, p. 105, in the present volume.

18) In Dutch L. wrote *die stoffe*; this may refer to the subject here discussed in general as well as to the scales in particular (see Letter 41, of 26 December 1678, *Collected Letters,* Vol. 2, p. 405).

19) Constantijn Huygens died on 28 March 1687. See also Letter 41, of 26 December 1678, *Collected Letters,* Vol. 2, pp. 405-407, addressed to Huygens, on the wing scales.

20) L. refers here to Letter 65 [33], of 12 November 1680, *Collected Letters,* Vol. 3, pp. 317-319, Fig. XXXIII, where he described and illustrated the copulation of damsel flies. Although the name damsel flies is sometimes also used for the *Libellulidae* and the *Aeschnidae,* most species of damsel flies belong to the *Agrionidae.*

21) The *large green grasshopper* is probably *Phasgonura viridissima* Linn., the largest common grass-green species in this country, which has a length of 28-35 mm and a wing-spread of 10 cm (J. Th. Oudemans 1900: *De Nederlandsche Insecten,* p. 221; Letter 54 [29], of 12 January 1680, *Collected Letters,* Vol. 3, p. 149, note 4).

takken verspreijden, nog bekennen, dat het bloet eenigsints groen was, dog als die tak haar weder in kleijnder takken verspreijt hadden, soo en konde ik geen couluer meer in die vaaten sien, en dan waren die vaaten selfs [69]) door schijnende, en nog verder vervolgende, verloor ik die uijt het gesigt.

En al hoe wel ik seer klaar konde sien, dat de stoffe die het bloet groen van Couluer maakte uijt globule bestond, die ik oordeelde dat in een heldere vogt lagen, soo heb ik egter [70]) de wiek door sneden, en uijt die vaaten gedrukt het bloet, ende dat selvige door een vergroot-glas, voor het gesigt gebragt, en gesien, dat daar het bloet, of globule, maar een weijnig dik op malkanderen lagen, dat het aldaar een schoone groene couluer hadde, en daar het soo dun lag, dat der selver dikte, geen twintigste deel van een hair van ons hooft [32]), konde bereijken, soo konde ik nog sien, dat de couleur uijt den groene [71]) was; Dog wanneer het bloet soo dun lag, dat ik oordeelde, maar een enkel globule bloet te sijn, soo en hadde het gans geen couluer; en dan helde het meest na een doorschijnent wesen [72]). En hier bleek mij klaar, dat alle dese groene globule, in een dunne door schijnende vogt lagen [73]).

Uijt dese observatien stelde ik nu vast, dat de door schijnende menbrane die voor het meerendeel de wieken vande geseijde kleijne schepsels uijt maken, soo wel [74]) uijt bloet-aderen, senuwen, enz: bestaan, als de lighamen van andere Dieren [75]).

Ik hebbe mij voor desen wel in gebeeld, dat inde wieken, vande hier vooren genoemde vliegende schepsels, geen circulatie van het bloet was, om dat ik oordeelde, als wanneer het bloet, door soo danige dunne vaaten quam te loopen, dat die souden als weg, of toe droogen. te [a]) meer om dat veel soo danige vliegende schepsels, geen spijs en gebruijken [b]), en maar voor eenige dagen leven, en als die versamelt sijn geweest [76]), of eijeren geleijt hebben, dan

---

[a]) A: Te [b]) A: spijs gebruyken

[69]) *selfs*, hier: zelfs.

[70]) *egter*, toch.

[71]) *uijt den groene*, groenachtig.

[72]) Het woord *wesen* is hier waarschijnlijk in concrete zin gebruikt; *helde ... na een doorschijnent wesen* wil dan zeggen: geleek op iets doorschijnends, op een doorschijnende substantie.

[73]) Bij zijn waarnemingen over het bloed trekt L. een verkeerde conclusie. De groene (soms ook geelachtige) kleur van het bloed wordt niet veroorzaakt door de *globulen* (bloedlichaampjes, phagocyten) maar door het chlorophyll dat via de stofwisseling is opgelost in het bloedplasma (J. Th. Oudemans 1900: *De Nederlandsche Insecten*, blz. 122-123; F. J. Cole 1937: *Leeuwenhoek's Zoological Researches*, in *Annals of Science*, Dl. 2, blz. 24).

[74]) *soo wel*, even goed, evenzo.

[75]) Bij L.'s poging om aannemelijk te maken, dat de vleugelmembranen van insecten en de lichamen van *andere Dieren* (hier: gewervelde dieren) een analoge bouw hebben, passen twee opmerkingen.

In de eerste plaats is L.'s begrip *senuw* niet geheel en al in overeenstemming met de toenmalige opvattingen. In zijn tijd verstond men onder *senuw* zowel een pees als een echte zenuw; men meende, dat de *senuw* hol was en een bepaalde vloeistof vervoerde. L. geeft in de voorgaande alinea's het toenmalige begrip *senuw* een extra uitbreiding door te beweren, dat in de *senuwen* van de vleugel bloedvaten zouden lopen.

In de tweede plaats is het inderdaad mogelijk om bij een pas uitgekomen imago bloed uit de ribben te drukken. Echter dit bloed is niet afkomstig uit de *groote bloet-vaaten* (tracheeën), zoals L. denkt, maar uit de ruimte rond de tracheeën (vgl. J. Th. Oudemans 1900: *De Nederlandsche Insecten*, blz. 51).

[76]) *versamelt sijn geweest*, gepaard hebben.

but when these branches had in turn ramified into smaller branches, I could no longer see any colour in those vessels, and those vessels were then even transparant; and when I followed them further, they became so small that I could not see them any more.

And although I could see very clearly that the substance which gave the blood its green Colour consisted of globules, which I considered were embedded in a clear liquid, I nevertheless cut the wing and squeezed the blood from those vessels; and I put it before my eyes by means of a magnifying glass and saw that wherever the blood, or the globules, formed only a relatively thin layer, it had a beautiful green colour, and where it formed so thin a layer that its thickness could not be more than a twentieth part of that of a hair from our head [10]), I could still see that the colour was greenish. But when the blood formed so thin a layer that I judged it to be only a single globule of blood, it had no colour whatsoever; and then it most nearly resembled a transparent substance. And here it was clear to me that all these green globules were embedded in a thin transparent liquid [22]).

From these observations I now concluded that the transparent membranes which constitute the greater part of the wings of the said small creatures consist of blood-vessels, sinews, etc. just as well as the bodies of other Animals [23]).

I used to think that there was no blood circulation in the wings of the aforesaid flying creatures, because I considered that if the blood flowed through such narrow vessels, the latter would, as it were, dry up, the more so because many such flying creatures do not take food and live only a few days, and when

---

[22]) In his observations of blood L. draws a wrong conclusion. The green (sometimes also yellowish) colour of the blood is not caused by the *globules* (blood corpuscles, phagocytes), but by the chlorophyll which has been dissolved in the blood plasma via the metabolism (J. Th. Oudemans 1900: *De Nederlandsche Insecten*, pp. 122-123; F. J. Cole 1927: *Leeuwenhoek's Zoological Researches*, in *Annals of Science*, Vol. 2, p. 24).

[23]) Two comments should be made on L.'s attempt to render it plausible that the wing membranes of insects and the bodies of *other Animals* (here: vertebrates) have an analogous structure.

In the first place L.'s term *senuw* (sinew) is not altogether in conformity with the views of his time. In those days *senuw* was the term used for a tendon as well as for a true nerve; it was thought that the *senuw* was hollow and served for the conduction of a particular liquid. In the preceding paragraphs L. widened the contemporary meaning of the term *senuw* by alleging that there are blood-vessels in the *senuwen* of the wing.

In the second place it is indeed possible to squeeze blood from the ribs of a newly hatched imago, but this blood does not originate from the *large blood-vessels* (tracheae), as L. thinks, but from the space surrounding the tracheae (see J. Th. Oudemans 1900: *De Nederlandsche Insecten*, p. 51).

sterven. Maar gedenkende, dat de menbrane vande wieken, vande geseijde schepsels, hoornagtig, of seer stijf sijn, schoon van een uijtnemende dunte [77]), soo konnen wij wel vast stellen, dat ijder vaatge, dat dese menbrane, of hoornagtig vlies uijt maakt, soo stijf is, dat schoon uijt soo danig bloet vaatge, de vogtige stoffe door de warmte van de sonne, daar quam uijt te droogen, dat egter [70]) de vaatgens niet en souden toe vallen [78]) gelijk geschieden soude, inde vaaten van ons lighaam en andere schepsels.

Dit [79]) versterkte mijn gevoelen, als ik sag dat de bloet-vaaten, inde wieken van dese kleijne Dieren, niet over een quamen, met de bloet-vaaten van andere dieren, ende die van onse lighamen. Maar dat die uijt seer dunne rings gewijse deelen, waren te samen gestelt, gelijk het maaksel is, vande gorgel, en lugtpijpen of lugt-vaaten inde longe vande Dieren [80]). Schoon wij nu inde menbrane vande wieken, hier vooren geseijt, alle de vaaten waar uijt die bestaan, niet konnen ontdekken, soo moeten wij egter [70]) voor waaragtig houden, datter een onbegrijpelijk getal van uijt nemende dunne vaaten moeten sijn, die de menbrane uijt maken; en soo wij ons quamen in te beelden [81]), dat alle dese vaaten om der selver dunte, stijfte en droogte, geen bloet, of sappen, tot onderhoudinge vande wiek, en konnen laten door gaan [a]), soo moeten wij egter vast stellen, dat niet een hairtge, of veertge, hoe kleijn dat het ook mag wesen, niet op de wiek gemaakt is, of het heeft seer veel vaatgens gehad, daar uijt het is voort gebragt. Want gedenkende dat ijder veertge een schagje heeft, en dat soo danig schagje uijt een groot getal van vaaten moet bestaan, sal het selvige aan het veertge, dat uijt het schagje weder moet voort komen, senuwen, en een grooter uijt breijdinge geven [82]). Ja wie weet, of ijder veertge, niet meer dan uijt [b]) duijsent vaaten is groot gemaakt [83]).

---

[a]) A: konnen door gaan [b]) A: niet uyt meer dan

[77]) *van een uijtnemende dunte,* zeer dun.

[78]) *toe vallen,* dichtvallen, samenvallen.

[79]) *Dit,* nl. wat volgt.

[80]) *gorgel,* eigenlijk luchtpijp of larynx; onder *lugt-pijpen of lugt-vaaten inde longe vande Dieren* moet men dan de bronchiën verstaan.

Duidelijker dan in het voorgaande blijkt in deze beschrijving, dat L. met de *bloet-vaaten* in de vleugels in werkelijkheid de tracheeën bedoelt. De vergelijking van de *bloet-vaaten* van de insecten met de luchtpijp van gewervelde dieren komt voor het eerst voor in Brief 65 [33], van 12 november 1680, *Alle de Brieven,* Dl. 3, blz. 310-312 en 326. Merkwaardig is, dat L. wel een overeenkomst in bouw vaststelt, maar dat hij verschillende functies aan deze organen toekent.

Overigens brengt hij nu enige restrictie aan op zijn conclusie over de overeenkomst in bouw van de insectenvleugel en de lichamen van gewervelde dieren (zie aant. 75). Hij stelt nu, dat er een belangrijk verschil bestaat tussen de *bloet-vaaten* in de insectenvleugel en de bloedvaten van gewervelde dieren, nl. de ringen.

[81]) *soo wij ons quamen in te beelden,* als wij ons zouden voorstellen, als wij zouden veronderstellen.

[82]) De nazin die in verband met *gedenkende* hier had moeten volgen ontbreekt. Men leze: Want wij moeten bedenken, dat ...

uijtbreidinge, oppervlakte.

[83]) *is groot gemaakt,* is gegroeid.

De schubben staan met steeltjes (L.'s *schagje*) in de schubzakjes van de vleugelmembraan. Een schub bestaat uit een onderste en een bovenste lamel. De onderste lamel is meestal glad, maar de bovenste *fig. V.* lamel is verstevigd door overlangse chitine-strepen, zoals te zien is in L.'s *fig: 1, S, T, V* en *W* (J. TH. OUDEMANS 1900: *De Nederlandsche Insecten,* blz. 77; H. EIDMANN 1941: *Lehrbuch der Entomologie,* blz. 30).

they have copulated or laid eggs, they die. But if we bear in mind that the membranes of the wings of the said creatures are horny or very stiff, although extremely thin, we may assume that each little vessel of which this membrane or horny cuticle consists is so stiff that, even if through the heat of the sun the liquid substance from such a little blood-vessel were to dry up, yet the little vessels would not collapse, as would happen with the vessels of our body and of other creatures.

I was confirmed in this view when I saw that the blood-vessels in the wings of these little Animals did not resemble the blood-vessels of other animals and those of our bodies, but that they consisted of extremely thin annular parts, like the structure of the throat, and the air-tubes or air-vessels in the lungs of Animals [24]). Now although we cannot discover in the membranes of the aforesaid wings all the vessels of which they consist, yet we must regard it as true that there must be an incredible number of extremely narrow vessels forming the membrane. And even if we were to assume that all these vessels, because of their thinness, stiffness, and dryness, cannot permit the passage of blood or juices for the maintenance of the wing, we must nevertheless assume that not one little hair or feather, however small it may be, has been formed on the wing but had a great many little vessels from which it was produced. For we must bear in mind that each little feather has a small quill, and that such a quill must consist of a great many vessels if it is to give sinews and greater extension to the feather, which in turn must be produced from the little quill. Nay, who knows but that each little feather may be made up of more than a thousand vessels [25]).

---

[24]) *throat*, in reality windpipe or larynx; by *air-tubes or air-vessels in the lungs of Animals* we must then understand the *bronchi*.

It is clearer from this description than from the preceding one that by the *blood-vessels* in the wings L. in reality means the tracheae. The comparison of the *blood-vessels* of insects with the windpipe of vertebrates is found for the first time in Letter 65 [33], of 12 November 1680, *Collected Letters*, Vol. 3, pp. 311-313 and 327. It is curious that L. does find a resemblance in structure, but that he assigns different functions to these organs.

However, he now makes some restriction on his conclusion about the analogy of the structure of the insect wing and that of the bodies of vertebrates (see note 23). He now states that there is an important difference between the *blood-vessels* in the insect wings and the blood-vessels of vertebrates, *viz.* the rings.

[25]) The scales are implanted with stalks (L.'s *schagje* – quill) in the alveoli of the wing membrane. A scale consists of a lower and an upper lamella. The lower lamella is usually smooth, but the upper lamella is consolidated by longitudinal chitineous stripes, as can be seen in L.'s *Fig. 1, S, T, V* and *W* *fig. V.* (J. Th. Oudemans 1900: *De Nederlandsche Insecten*, p. 77; H. Eidmann 1941: *Lehrbuch der Entomologie*, p. 30).

Als wij dan agt geven op de menigvuldige veeren of hairen, waar mede een wiek van een Vlieg, of Capel, enz: is versien, soo is het onmogelijk een bevattinge te konnen hebben, van de menigvuldige vaaten, waar uijt soo een veragt schepsel, als Vlieg, Capel, Mot enz: is te samen gestelt. Ja mijn gedagten sijn, dat veel Genees, en Heel-meesters, soo een groote menigte van vaaten, in een Hont of kat, sig niet konnen in beelden, als ik mij wel imagineer [84]), waar uijt een Mugge is te samen gestelt.

Ik hebbe voor desen in geen andere gedagten geweest, of alle de dikke deelen, die door de wieken, vande Vliegen, Capellen, en diergelijke vliegende schepsels, loopen, die ik hier vooren senuwe hebbe genoemt, eer beenagtige deelen sijn [85]), alleen geschapen, om de wieken een stijfte aan te brengen. Dog sedert dat ik gesien hebbe, dat nevens of op die geseijde deelen, groote bloet-vaaten loopen, soo heb ik mijn devoir gedaan [59]), omme was het mogelijk, de loop van het bloet, in der selver vaaten te sien.

Ik hebbe dan onder andere genomen, de Witte Uijltgens [a]), of vliegende schepsels, die uijt Ruspen [b]) voort koomen, welke Ruspen haar aes soeken, oft haar voetsel halen, vande Abele, Populier, off ook wel op de Willige boomen, welke witte Uijltgens, in maaksel en groote, eenigsints over een koomen, met de witte Uijltgens die uijt de Zijdwormen voort komen.

Dese Uijlen haar Wieken, sijn mede aan beijde sijden beset, met witte veeren, soo danig, dat men de menbrane vande Wiek, niet en kan komen te sien, ten sij men die eerst van der selver veeren ontbloot.

Dese Veeren, heb ik met een sagt seem lere [c]) lapje, soo sagt als het mij doenlijk was, vande wieken afgeveegt, op dat de wieken niet alleen [d]) mogten breeken [87]), maar ook de Uijlen geen hinder aan gebragt werden. Als wanneer [88]) ik de Wiek vande levende Uijl, voor het Vergroot glas bragt; Dog hoe nauew-kuerig ik observeerde, soo heb ik geen de minste loop van het bloet, inde bloet-vaaten konnen ontdekken, want soo in de selvige vaaten een continuele beweginge hadde geweest, ik en wil niet twijfelen, of ik soude die gesien hebben: te meer, om dat dit bloet, een geelagtige couluer hadde [73]).

Het bloet dat inde groote vaaten van dese Wieken lag, heb ik tot verscheijde reijsen [89]) uijt de vaaten gestooten, na dat ik al vooren de bloet-vaaten hadde geopent.

---

[a]) A: de Uyltgens [b]) A: de Ruspen [c]) A: seeme leere [d]) A: wieken alleen niet

Overeenkomstige opvattingen als over de bouw van de vleugelmembranen en van een schub geeft L. ook in de hierna volgende Brief 122 [74], van 12 augustus 1692, blz. 68-129 in dit deel, bij zijn beschouwingen over de bouw van een vogelveer en de wand van houtvaten.

[84]) *ik mij ... imagineer,* ik mij voorstel.

[85]) Men leze: „sijn eer beenagtige deelen".

[86]) Ook zijn eerder verkondigde mening, dat de ribben *senuwen* zouden zijn, trekt L. nu terug (vgl. ook aant. 75 en 80). Bovendien meent hij nu, dat de *groote bloet-vaaten* niet in maar *nevens of op* de ibben zouden lopen.

[87]) Men leze: niet alleen niet zouden breken.

[88]) *Als wanneer ik ... bragt,* en toen bracht ik.

[89]) *verscheijde reijsen,* verscheidene keren.

If we therefore pay heed to the numerous feathers or hairs with which a wing of a Fly or a Butterfly, etc. is provided, it is impossible to conceive of the great number of vessels of which such a wretched creature as the Fly, the Butterfly, the Moth, etc. is composed. Nay, I think that many Physicians and Surgeons cannot conceive of so great a number of vessels in a Dog or cat which, as I imagine, a Gnat is composed of.

Previously I had no other thoughts but that all the thick parts running through the wings of Flies, Butterflies, and similar flying creatures, which I have called sinews above, are more like bony parts, intended solely to give stiffness to the wings. But since I saw that large blood-vessels are running along or on the said parts, I have done my utmost to see, if possible, the flow of the blood in the said vessels [26]).

I therefore took, among others, the White Owlet-Moths or flying creatures which originate from Caterpillars, which seek their food or take nourishment from the Abele, the Poplar, or sometimes the Willow trees; these white Owlet-Moths are somewhat similar in structure and size to the white Owlet-Moths which originate from Silk-worms.

The Wings of these Owlet-Moths are also covered on either side with white feathers, in such a way that one cannot see the membrane of the Wing unless it is first stripped of its feathers.

I wiped these feathers off the wings with a small soft wash-leather as gently as possible, in order that not only the wings should not break, but the Owlet-Moths also should not receive any injury. I then put the Wing of the living Owlet-Moth before the Magnifying Glass; but however closely I examined it, I could not discover the slightest flow of the blood in the blood-vessels, for if there had been a continuous movement in the said vessels, I do not doubt but I should have seen it, the more so because this blood had a yellowish colour [22]).

Several times I squeezed the blood contained in the large vessels of these Wings out of the vessels, after having previously opened the blood-vessels.

L. voices similar views on the structure of the wing membranes and of a scale in the next letter, *viz.* Letter 122 [74], of 12 August 1692, pp. 69-130, in the present volume, when he discusses the structure of a bird's feather and the walls of the tracheae in wood.

[26]) L. now also retracts the view previously advanced by him that the ribs are *senuwen* (sinews) (see also notes 23 and 24). Moreover, he now thinks that the *large blood-vessels* do not run through, but *along or on* the ribs.

Gelijk meest door gaans [90]) de groote bloet-vaaten, op, of nevens het beenagtig deel leggen, dat de stijfte aan de wiek geeft, soo is mij verscheijde maal te vooren gekomen, dat die bloet-vaaten, niet regt uijt, nevens de lengte vande beenderen leggen, maar dat deselve krinkkels gewijse in bogten lagen, als of wij een darm, van eenig [a]) dier sagen, dat [91]) nog aan sijn vliesen vast is.

Wijders komt mij als inde hand vliegen, een grooter soort van graeuwen Uijl, die bij verandering [92]) voortkomen, uijt de roode Wormen, die de boomen door knagen, ter wijl die staan en wassen [93]). Welke wormen, onse Olmboomen, die om dese stad staan door knagen, en eenige gans bederven [94]).

Dese Uijl om wonde ik een [b]) papier, na dat ik al voorens op desselfs lighaam soo stark had gedrukt, dat ik mij in beelde dat de Uijl doot was.

Na dat de Uijl dus [95]) twee â drie dagen hadde gelegen, maakte deselvige nog eenig geraas met de wieken, doen drukte ik deselvige voort [96]) doot.

Wormen uit de grauwe uil.

Na verloop van nog twee â drie dagen, vernam ik meer dan vijf en twintig jonge wormen, soo over mijn werk-bank, als anders loopen, en al hoe wel dese wormen kleijn waren, soo quamen die soo in roodigheijt [c]) als maaksel over een, met die wormen, wanneer die tot haar volkome groote sijn gekomen, en waar uijt dan soo danige Uijlen, voortkomen, soo dat ik niet en hadde te twijfelen, of de graeuwe Uijl sijn eijeren, die deselve [d]) in sijn lijf hadde, doen ik die [e]) quam te vangen, waren alsoo verre gekomen, dat de wormen inde Eijeren al leefden.

Ik opende het papier, en ik sag dat de wormen het lighaam vande Uijl hadden op gegeten, ende dat veele vande selvige [f]) uijt gebrek van vogtigheijt, beelde ik mij in [97]), in een Asijn flesje waren gekroopen, daar deselve eenige tijd, tot verwondering [g]), in bleven leven.

Vleugel van de grauwe uil.

Ik nam de Wieken, die ik mede met een seem-leere lapje [h]), de veeren af veegde, en ik bragt die voor het vergroot-glas, en sag, dat in dese wieken, mij de bloet-vaaten nog klaarder voor de oogen quamen, als inde wieken vande [i]) vliegende schepsels, hier vooren verhaalt.

Ik stelden een stuk van soo danigen wiek [j]), voor een vergroot glas, en ik gaf het den Teijkenaar inde hand, om de bloet-vaaten die op de beenagtige deelen vande wiek leggen, als ook de bloet-vaaten, die door de menbrane loopen, en welke voor een gedeelte de menbrane uijt maken af te teijkenen, eens

---

[a]) A: een [b]) A: in een [c]) A: soo roodigheyt [d]) A: selvige [e]) A: hem [f]) A: en dat deselvige [g]) A: tot myn verwondering [h]) A: die ik met een seeme leere lapje [i]) A: van [j]) A: van een wiek

[90]) *meest door gaans*, bijna altijd.

[91]) L. gebruikt abusievelijk *dat* als betrekkelijk voornaamwoord bij *darm*.

[92]) *bij verandering*, door gedaanteverwisseling.

[93]) *staan en wassen*, staan te groeien.

[94]) *gans bederven*, geheel vernielen.

De dieprode, ongeveer 8 cm lange Wilgenhoutrups, *Trypanus cossus* L., leeft in verschillende loofbomen, meest in wilgen en populieren. De plompe, grijsgrauwe vlinder heeft een vlucht van 6-9 cm (J. Th. Oudemans 1900: *De Nederlandsche Insecten*, blz. 416-417). [Swt.]

[95]) *dus*, zo.

[96]) *voort*, verder. C: *plane*.

[97]) *beelde ik mij in*, nam ik aan, veronderstelde ik.

While the large blood-vessels nearly always lie on or near the bony part which gives stiffness to the wing, I have seen several times that those blood-vessels did not lie exactly in the longitudinal direction of the bones, but that they lay in crinkled bends, as if we saw an intestine of some animal, still adhering to its membranes.

Furthermore there came flying into my hand, as it were, a grey Owlet-Moth of a larger species, which are generated by transformation from the red Worms which gnaw through the trees while they are growing. These worms gnaw through our Elm-trees, which surround this city, completely destroying some of them [27].

I wrapped this Owlet-Moth in a piece of paper, after having first crushed its body so strongly that I thought the Owlet-Moth was dead.

After the Owlet-Moth had thus lain for two to three days, it still made some noise with its wings; I then crushed it to death completely.

Worms from the grey owlet-moth.

After another two to three days I saw more than twenty-five young worms crawling both across my work-bench [4]) and elsewhere, and although these worms were small, they were similar in redness and in structure to those worms when they have grown to their full size, from which worms such Owlet-Moths originate, so that I did not doubt but the eggs of the grey Owlet-Moth, which it had in its body when I caught it, had already got to the stage where the worms in the Eggs were already alive.

I opened the paper and saw that the worms had eaten up the body of the Owlet-Moth and that many of them, I assume from lack of moisture, had crawled into a small bottle of Vinegar, in which to my astonishment they remained alive for some time.

Wing of the grey owlet-moth.

I took the wings, from which I again wiped the feathers with a small wash-leather, and I placed them before the magnifying glass. And I saw that the blood-vessels in these wings were even more clearly visible to me than in the wings of the flying creatures mentioned above.

I placed a piece of this wing before a magnifying glass and handed it to the Draughtsman, for him to draw the blood-vessels lying on the bony parts of the wing as well as the blood-vessels running through the membrane and partly constituting the membrane, for one thing to show how these blood-

---

[27]) The deep red *Trypanus cossus* L. (length about 8 cm) lives on various deciduous trees, mostly willows and poplars. The unwieldy grey butterfly has a wing-spread of 6-9 cm (J. Th. Oudemans 1900: *De Nederlandsche Insecten*, pp. 416-417). [Swt.]

deels om aan te wijsen, hoe dese bloet-vaaten krinkkels gewijse leggen, ten anderen, hoe die uijt kring, of rings gewijse deelen [a]) sijn te samen gestelt, ende ten derden, hoe dat uijt de geseijde groote vaaten, weder kleijne takken komen, die haar inde menbrane met een groote menigte verspreijen [98]).

fig. V. Fig: 1. ABCDEFG. vertoont een groot bloet-vat, leggende op een been agtig deel, waar in aan gewesen werd, hoe dat het selvige met bogten leijt, als mede de krings gewijse deelen, waar uijt het is te samen gestelt, over een komende met de bloet-vaaten, die alle kleijne ongedierte [99]) van binnen in haar lighaam hebben, ja selfs tot de Luijs en Vloeij toe heb ik gesien, dat de bloetvaaten uijt krings gewijse deelen waren gemaakt.

fig. V. Fig: 1. BH: IK: CL: DM: EN: ende EO. vertoont de bloet-vaaten, koomende met takken, uijt het voor verhaalde bloet-vat, loopende met der selver takken, inde menbrane, waar in men de krings gewijse deelen mede kan bekennen. Maar als men dese vaaten soo verre vervolgt, dat die door het vergroot-glas haar niet [b]) dikker en vertoonen, als een Paarts-hair in ons bloote oog doet, dan kan men geen kringen aan die vaaten bekennen [100]).

Dese vaaten heeft den Teijkenaar soo verre vervolgt, als sijn oog bereijken konde, als wanneer dan de menbrane met soo veel kleijne vaatgens, soo verwart door malkanderen liepen, dat daar geen staat op te maken was.

Met PQR. werd aan gewesen een bloet-vat, met der selver menigvuldige takken, loopende inde menbrane, soo digt en door de andere vaaten, als hier werd af gebeeld [98]).

Met STV. werden eenige weijnige veeren aan gewesen, die aan weder sijden vande menbrane, soo digt bij een en over malkanderen leggen, dat men geen menbrane en kan bekennen.

Met WWW. werden drie veeren aan gewesen, die nevens den anderen [33]) op de rand vande wiek stonden, en grooter sijn, als [101]) waar mede de menbrane is bekleet.

Met XXXXX. werd aan gewesen de menbrane, die van alle de veeren, aan weder sijden vande selvige gestaan hebbende, is ontbloot, op dat de bloetvaaten, te voorschijn souden komen, en waar in men in ongeschikte ordre [102]) de putten of gaaten, komt te sien, waar in de veeren, met haar schagten hebben gestaan, en daar uijt sijn voort gekomen [103]).

---

a) A: hoe die uyt rings-gewijse deelen b) A: vergroot-glas, niet

98) In A volgt hier de zin: *Met PQR werd aangewesen een bloet-vat met der selver menigvuldige takken, loopende in de membrane, soo digt en door de andere vaaten, als hier werd afgebeelt.* Deze zin staat in het handschrift eerst vier alinea's verder.

99) *ongedierte,* insecten. C: *omnia parva insecta.*

100) Inderdaad bezitten de fijnste vertakkingen van de tracheeën geen chitine-spiraal. L. nam dit ook reeds waar bij de luizen en vlooien (Brief 65 [33], van 12 november 1680, *Alle de Brieven,* Dl. 3, blz. 326).

101) *als,* lees: dan die.

102) *in ongeschikte ordre,* onregelmatig geschikt.

103) Volgens J. TH. OUDEMANS 1900: *De Nederlandsche Insecten,* blz. 77, staan de schubben in de regel in banden op de vleugelmembraan ingeplant. De *putten of gaaten* zijn de schubzakjes in de vleugelmembraan (zie ook aant. 83).

vessels lie in crinkled bends, and for another to show how they are composed of annular parts, and thirdly, to show how from the said large vessels there come in turn small branches, which ramify in great numbers in the membrane [28]).

Fig. 1. ABCDEFG shows a large blood-vessel lying on a bony part, in which it is shown how it lies in bends, while also the annular parts of which it is composed are shown, which are similar to the blood-vessels which all small insects have inside their body; nay, I even saw in the Louse and the Flea that the blood-vessels were made of annular parts. *fig. V.*

Fig. 1. BH, IK, CL, DM, EN, and EO show the blood-vessels ramifying from the aforesaid blood-vessel, their branches running through the membrane, in which one can also recognize the annular parts. But if one follows these vessels until through the magnifying glass they appear no thicker than a Horse's hair appears to our naked eye, one cannot perceive any rings on those vessels [29]). *fig. V.*

The Draughtsman reproduced these vessels as far as his eye could follow them, and then so many small vessels were mixed up in the membrane in such confusion that they could not be made out.

By PQR is indicated a blood-vessel, with its many branches running through the membrane, as close together and mixed up with the other vessels as is illustrated here [28]).

By STV are indicated a few feathers which lie on either side of the membrane, so close together and across each other that the membrane cannot be discerned.

By WWW are indicated three feathers which were placed side by side on the edge of the wing and are larger than those with which the membrane is covered.

By XXXXX is indicated the membrane which has been stripped of all the feathers which were placed on either side of it, in order that the blood-vessels might become visible, and in which one can see, irregularly arranged, the pits or holes in which the feathers with their quills were implanted and from which they issued [30]).

---

[28]) In A this is followed by the sentence: *By PQR is indicated a blood-vessel, with its many branches running through the membrane, as close together and mixed up with the other vessels as is illustrated here.* In the manuscript this sentence does not follow until four paragraphs later.

[29]) The finest ramifications of the tracheae indeed do not have a chitineous spiracle. L. also observed this already in lice and fleas (Letter 65 [33], of 12 November 1680, *Collected Letters*, Vol. 3, p. 327).

[30]) According to J. Th. Oudemans 1900: *De Nederlandsche Insecten*, p. 77, the scales as a rule are implanted in bands on the wing membrane. The *pits or holes* are the alveoli in the wing membrane (see also note 25).

Vorders heb ik in gedagten genomen, of de bloet-vaaten, die inde geseijde wieken sijn, niet en bestonden uijt arterien en venae. Dog ik heb niet konnen sien, datter meer dan eenderleij vaaten, door de wieken liepen, hoe menigderleij soort van dese schepselen ik ook quam te observeeren, als alleen, dat ik mij inbeelde eens gesien te hebben, in het dunste vande wiek van een Sprink-haan, dat op de groote vaaten, die digst [a]) aan het lighaam geplaast lagen, een ander soort van vaaten lag [104]).

Wijders stelde ik vast [17]), datter geen circulatie van het bloet inde wieken was, en dat dese bloet-vaaten, dat sekerlijk Arterien waren, alleen waren gemaakt, om de wiek met alle desselfs menigvuldige veeren, tot de volmaaktheijt te brengen, en vorders, om het bloet seer langsaam door de vaaten te voeren, om alsoo na de volmaaktheijt vande wiek [105]), deselve een weijnig voetsel toe te senden. Want gelijk [106]) dese Uijlen, ende de Uijlen, die uijt de Zijd-wormen [b]), en veel andere vliegende schepsels, die uijt Ruspen voortkomen, niet eeten, nog ook niet langer leven, dan dat die versamelt [76]) sijn geweest, eijeren [c]) leggen, en dan sterven. Soo is het dan onnodig beeld ik mij in, datter een circulatie van het bloet inde wiek geschiede, om dat ook mede de menbrane vande wieken, stijf en hoornagtig sijn, en dus seer weijnig, of geen voetsel van noode hebben.

Ik hebbe verscheijde maal, een weijnig parsinge, of voortstootinge het bloet [107]), leggende inde vaaten vande wieken vande Uijlen, aangebragt, waar door ik dan de beweginge van het bloet inde vaaten seer klaar konde sien [54]).

Ik kan niet na laten hier bij te voegen, dat ik voor desen verscheijde devoiren [108]) hebbe aan gewent, om tweederleij [d]) soort van vaaten, inde bladeren vande boomen, als andere bladeren, te ontdekken, om daar door na te spueren, of [er] een circulatie inde bladeren was, dog ik en hebbe niet dan eene soort van vaaten, die het sap toe voeren, konnen sien [109]).

Als wij nu gedenken, dat niet alleen de bladeren vande boomen, maar dat ook de vrugten vande selvige geen ander, als toe voerende sap van nooden hebben, om dat, deselvige haar volkome wasdom hebbende bekoomen, werden als van den Boom verlaten [e]), en weg gestooten. Sonder dat wij aan de steel van het blad, of aan de steel van eenige vrugt, de minste bruek of quetsinge gewaar konnen werden. Ja dat deel vande [f]) steel, het welke aan de boom is vast geweest, is soo glat en effen, als of het aan de boom, met desselfs menig-

---

a) A: digt b) A: uyt Zijd-wormen c) A: en eijeren d) hs: twee der seij e) A: van den Boom als verlaaten f) A: van

104) Vermoedelijk heeft L. behalve een trachee ook een zenuwstreng in een rib waargenomen, zie ook aant. 54.

105) *na de volmaaktheijt vande wiek*, nadat de vleugel volgroeid was.

106) *gelijk*, aangezien. Deze zin vormt met de volgende (*Soo is het dan* ...) één geheel.

107) *het bloet* staat op een ongewone plaats in de zin; men leze deze woorden na *verscheijde maal*.

108) *devoiren*, pogingen.

109) De houtvaten, die L. hier blijkbaar op het oog heeft, voeren inderdaad het *sap* (water en anorganische stoffen) toe. De zeefvaten, die organische stoffen afvoeren, heeft L. niet als zodanig herkend. [Swt.]

I then considered whether the blood-vessels in the said wings did not consist of arteries and veins. But I could not see that there were vessels of more than one kind running through the wings, however many species of these creatures I observed; only in one case did I imagine I had seen, in the thinnest part of the wing of a Grasshopper, that there were vessels of a different kind lying on the large vessels placed closest to the body [31]).

I further assumed it to be certain that there was no circulation of the blood in the wings and that these blood-vessels, which were undoubtedly Arteries, were solely intended to develop the wing with all its numerous feathers to its perfection, and further to conduct the blood very slowly through the vessels, so as to supply some nourishment to the wing when it was fully developed. For since these Owlet-Moths and the Moths which originate from Silk-worms, and many other flying creatures which originate from Caterpillars, do not eat and do not live after they have copulated, lay eggs, and then die, I think it is unnecessary that there should be any blood circulation in the wing, because the membranes of the wings are also stiff and horny and therefore require very little nourishment, if any.

I applied several times some pressure or thrust to the blood in the vessels of the wings of the Owlet-Moths, which enabled me to see the movement of the blood in the vessels very clearly [16]).

I cannot omit to add that I previously made several efforts to discover two different kinds of vessels in the leaves of trees and other leaves, in order thus to find out whether there was a circulation in the leaves, but I have been able to see only one kind of vessels supplying the sap [32]).

Now we must bear in mind that not only the leaves of the trees, but also their fruits need nothing but the supplied sap, because, when they have reached their full growth, they are, as it were, discarded by the Tree and cast off, without our being able to perceive the slightest fracture or damage in the stalk of the leaf, or in the stalk of a fruit; nay, the part of the stalk which was attached to the tree is so smooth and even as if it had never been attached to

---

[31]) Presumably L. observed not only a trachea but also a nerve cord in a rib; see also note 16.

[32]) The tracheae in wood which L. apparently has in mind here actually supply the *sap* (water and inorganic compounds). The sieve tubes, which discharge organic compounds, have not been recognized as such by L. [Swt.]

vuldige vaaten, niet en was vereenigt geweest [110]). In somma dan, de Wieken vande hier vooren verhaalde vliegende schepsels, nog de bladeren en vrugten vande boomen, en hebben geen circulatie van sappen noodig [111]).

Vleugel van een vliegje.

Ik hebbe ook een kleijn Vliegje voor het [a]) vergroot glas gestelt, welke soort van vliegje, ik oordeel dat hare eijeren leggen, in vuijle, of slikkige rioelen, en gooten, ende dat [112]) uijt die eijeren wormkens voortkomen, en uijt die Wormkens weder soo danige Vliegjens, dog ik hebbe het den arbeijt niet waardig geagt, om dat onse voor gaande observatien, ons ten genoegen [45]) daar ontrent hebben versekert.

Dese Vliegjens sijn niet alleen haar pluijmen, die voor op het hooft staan, de oogen, en hoornen [113]), maar ook de wieken, met verwondering te aanschouwen, en voor namentlijk als men agt geeft soo op de menigvuldige hairen, waar mede de beenagtige deelen vande wieken beset sijn, als op de menigvuldige seer kleijne hairkens, waar mede de menbrane vande wiek beset is [114]).

Ik hebbe de wiek van het geseijde Dierke mede laten afteijkenen, op dat men het wonderbare maaksel, sig soude konnen inbeelden.

fig. VI.

Fig: 2. is het Vliegje, soo groot als het ons in het bloote oog [b]) komt te vertoonen.

fig. VII.

Fig: 3. ABCD. is het wiekje, soo groot als het den Teijkenaar, door het vergroot-glas heeft komen te sien.

Als wij nu aan merken niet alleen de menigvuldige hairen, soo rondomme de wiek, als op [115]) de andere beenagtige deelen, die de wiek sijn stijfte geven, als ook op de over groote menigte van seer kleijne hairtgens, waar mede als boven geseijt, de menbrane vande wiek is beset, die den Teijkenaar soo veel hem mogelijk was, heeft uijt gebeeld [116]). Dog alle dese hairen, en komen in

---

[a]) A: een [b]) A: in het oog

[110]) Voordat de bladeren en rijpe vruchten worden afgestoten, vormt zich ter plaatse van het toekomstige breukvlak een kurklaagje, dat het loslaten van de bladeren en vruchten mogelijk maakt en dat de boom beschermt tegen schadelijke invloeden van buitenaf.

[111]) Opmerkelijk is hier, dat L. een vergelijking maakt tussen de bladeren van een boom en de vleugel van een insect.

Reeds eerder, in Brief 85 [46], van 13 juli 1685, *Alle de Brieven*, Dl. 5, blz. 218-220, interpreteerde hij de nerven (door hem *ribbens* genoemd) van de kiembladen van de es als *opgaande Vaten* en meende toen, dat deze dienden voor het onderhoud van het bladweefsel tussen de nerven. Ook daar schreef hij niet over afvoerende vaten.

L. verkeert dus in de veronderstelling, dat in sommige plantaardige en dierlijke weefsels geen circulatie (af- en aanvoer), maar alleen aanvoer van *sappen* plaats heeft.

Hij gaat nader in op het probleem van de circulatie in planten in de volgende Brief 122 [74], van 12 augustus 1692, blz. 68-128 in dit deel.

[112]) *ende dat,* lees: en ik oordeel dat.

[113]) *hoornen,* sprieten.

[114]) Het vliegje is een soort van *Psychoda*, uit de familie *Psychodidae* of motmugjes. Deze mugjes bezitten behaarde, spits toelopende vleugeltjes, zodat zij enigszins op kleine vlinders lijken. De wormvormige larven leven op vochtige afvalplaatsen (vervuilde gootsteenbuizen, riolen enz.). De meest voorkomende soort is *Psychoda alternata* Say, in het Engels bekend als Moth-fly of Owl Midge. [Kab.]

[115]) Het woord *op* is overtollig. L. had mogelijk het werkwoord „acht geven op" in gedachten, in plaats van *aan merken.*

[116]) De voortzetting van deze zin volgt na de tussenzin: *Dog alle ... beset sijn.*

the tree, with all its numerous vessels [33]). To sum up, neither the Wings of the aforesaid flying creatures nor the leaves and fruits of trees require any circulation of saps [34]).

I also placed a tiny Fly before the magnifying glass, which species I believe lay their eggs in dirty or slimy sewer-pipes and gutters, and I think that from those eggs little worms emerge, and from those little Worms in turn those tiny Flies, but I did not deem it worth while to study this, because our preceding observations have given us enough certainty about this. *Wing of a tiny fly.*

On these tiny Flies it is not only the tufts (which are placed on the front of the head), the eyes, and the antennae which can be beheld with wonder, but also the wings, especially when one pays heed to the many hairs with which the bony parts of the wings are covered as well as to the many very small hairs with which the membrane of the wing is covered [35]).

I ordered the wing of the said little Animal also to be drawn, in order that one might form an idea of its wonderful structure.

Fig. 2 is the tiny Fly, at the size it appears to the naked eye. *fig. VI.*

Fig. 3. ABCD is the little wing, at the size the Draughtsman saw it through the magnifying glass. *fig. VII.*

If we now pay heed not only to the numerous hairs, both all over the wing and on the other bony parts that give stiffness to the wing, but also to the extremely great number of very small hairs with which, as said above, the

---

33) Before the leaves and ripe fruits are discarded, at the point of the future fracture surface a thin cork layer is formed, which makes possible the detachment of the leaves and fruits and which protects the tree from harmful external influences.

34) It is curious here that L. draws a parallel between the leaves of a tree and the wing of an insect.

On an earlier occasion, in Letter 85 [46], of 13 July 1685, *Collected Letters*, Vol. 5, pp. 219-221, he interpreted the veins (called *ribs* by him) of the cotyledons of the ash-tree as *ascending vessels*, and he then thought that they served to maintain the leaf tissue between the veins. There, too, he did not speak of descending vessels.

L. therefore assumes that in some vegetable and animal tissues no circulation (discharge and supply) takes place, but only supply of *saps*.

He goes further into the problem of circulation in plants in the next letter, *viz.* Letter 122 [74], of 12 August 1692, pp. 69-129, in the present volume.

35) The tiny fly is a *Psychoda* species, from the family of the *Psychodidae* or moth-flies. These flies have hairy, tapering wings, so that they resemble small butterflies in a way. The worm-shaped larvae live in places where damp refuse collects (filthy kitchen-sink pipes, sewers, etc.). The most common species is *Psychoda alternata* Say, known in English as the Moth-fly or Owl Midge. [Kab.]

geen vergelijkinge, bij de menigvuldige hairtgens, waar mede het lighaam, en pooten van het vliegje beset sijn. en daar benevens dan in gedagten nemen, dat ijder hairtge niet uijt een vaatge, waar uijt de menbrane voor het meeste deel bestaat, maar dat ijder vande selvige, nog uijt een groot getal van vaaten is gemaakt, soo moeten wij seggen, dattet ons meerder verwondering geeft, en [117]) met grooter opmerkinge [118]), soo een kleijn veragt dierke komen te aan schouwen [a]), dan het maaksel van Paart, of Os. En hoe wij dieper en dieper, de verborgentheden soeken op te delven, hoe wij minder en minder, konnen begrijpen, de hoe kleijnheijt van [b]) saaken, waar uijt alle lighamen sijn te samen gestelt.

fig. VIII. Fig: 4. EF. vertoont een vande twee hoorntgens, die het geseijde kleijne Vliegje voor op sijn hooft draagt.

Sien wij nu, datter meerder Wijsheijt, Volmaaktheijt, en konstiger werk, vereijst werd, aan soo een kleijn Vliegje, als hier vooren verhaalt is, als aan een soo [c]) groot lighaam als een Paart is, en daar [119]) benevens vast stellen, gelijk ik het voor waaragtig houde, dat niet alleen dit verhaalde kleijne Vliegje: maar [d]) dat alles wat op Aarden leeft, (niet uijt eenig bederffelijkheijt voortkomt) afkomstig sijn [120]), van die Dieren die inden beginne geschapen sijn, of weijnig tijd, na dat de deelen waar uijt den Aertkloot bestaat, waren te samen gestelt.

Int kort, hoe wij meer en meer gedenken, aan de Alwijsheijt, en Volmaaktheijt, vande Heere Maker van het Geheel Al, hoe wij minder en minder, een bevattinge [121]) van sijn Alwijsheijt, en Volmaaktheijt, hebben.

Dit sijn Hoogh Edele Heeren mijne aantekeningen die ik gehouden hebbe over het maaksel vande Wieken vande kleijne vliegende schepsels, met die insigte [122]) omme de Geleerde Werelt de onbegrijpelijke hoe kleijnheijt der deelen waar uijt de schepsels sijn te samen gestelt als nog voor de oogen te stellen, ik sal int kort [123]), mijne op nieuwe ontdekte vaaten int Hout Hare Hoogh Ed: laten toe komen [124]), ende hier mede afbreeken, ende onder des blijven [e]).

Hoogh Edele Heere
Hare Hoogh Edele alderonderdanigst Dienaar
ANTONI VAN LEEUWENHOEK

---

[a]) A: dierke konnen aanschouwen [b]) A: van de [c]) A: aan soo een [d]) hs.: Vliegje. Maar
[e]) A heeft hierna: enz. *Antoni van Leeuwenhoek.*

[117]) *en,* lees: en dat wij.

[118]) *opmerkinge,* aandacht.

[119]) *daar,* lees: en als wij daar.

[120]) *sijn,* lees: is. Het was beter geweest, als L. tussen *voortkomt* en *afkomstig* het woord „maar" had gezet. Ook aan deze lange voorwaardelijke zin (*Sien wij nu ... te samen gestelt.*) ontbreekt een afsluitende hoofdzin.

[121]) *bevattinge,* begrip.

[122]) *insigte,* bedoeling.

[123]) *int kort,* binnenkort.

[124]) Zie de hierna volgende Brief 122 [74], van 12 augustus 1692.

membrane of the wing is covered, which the Draughtsman has reproduced as well as he could (but all these hairs are nothing in comparison with the numerous little hairs with which the body and the legs of the tiny fly are covered), and if we further bear in mind that each little hair does not consist of one little vessel of which the greater part of the membrane consists, but that each of them is again made up of a great many vessels, we must say that it causes us greater astonishment and that we contemplate such a tiny, wretched creature with greater heedfulness than the structure of a Horse or an Ox. And the deeper the mysteries we endeavour to disclose, the less can we understand the smallness of the things of which all bodies are composed.

Fig. 4. EF shows one of the two antennae which the said tiny Fly has on the front of its head. *fig. VIII.*

Now if we see that greater Wisdom, Perfection, and more ingenious labour are required for the production of such a tiny Fly, as described above, than for that of such a big body as that of a Horse, and if we further conclude, as I believe to be true, that not only the said tiny Fly, but all that lives on Earth is not generated from any putrid matter, but is descended from those Animals that were created in the beginning, or a short time after the parts of which the Terrestrial Globe consists were composed; in short, the more we reflect on the Supreme Wisdom and the Perfection of the Creator of the Universe, the less can we comprehend His Supreme Wisdom and Perfection.

These are, Very Noble Sirs, the notes which I have kept about the structure of the Wings of the small flying creatures, which are intended to demonstrate once more to the Learned World the incredible smallness of the parts of which the creatures are composed. I will shortly send Your Honours my notes on the newly discovered vessels in Wood [36]), and break off here; and meanwhile I remain [a]),

Very Noble Sirs,
Your Honours' most humble Servant,
ANTONI VAN LEEUWENHOEK

---

[a]) A follows this up with: etc. *Antoni van Leeuwenhoek.*

[36]) See the next letter, *viz.* Letter 122 [74], of 12 August 1692.

Gericht aan: de Coninklijke Societeit.

Manuscript: Ondertekende, eigenhandige brief te Londen, Royal Society, MS. 1947, Early Letters L. 2. 39. 24 kwarto–bladzijden, waarvan twee blanco, met twintig gegraveerde figuren op een afzonderlijk blad.

GEPUBLICEERD IN:

A. van Leeuwenhoek 1693: *Derde Vervolg der Brieven* ..., blz. 475-507, 20 figuren (Delft: H. van Kroonevelt). – Nederlandse tekst [A].

A. van Leeuwenhoek 1695: *Arcana Naturae Detecta,* blz. 312-323, 20 figuren (Delphis Batavorum: H. a Krooneveld). – Latijnse vertaling [C].

A. à Leeuwenhoek 1722: *Opera Omnia, Seu Arcana Naturae* ... *Editio Novissima,* blz. 287-306, 20 figuren (Lugduni Batavorum: J. A. Langerak). – Latijnse vertaling.

N. Hartsoeker 1730: *Extrait Critique des Lettres de feu M. Leeuwenhoek,* in *Cours de Physique* ..., blz. 30 (La Haye: J. Swart). – Frans excerpt.

S. Hoole 1798, 1807: *The select Works of Antony van Leeuwenhoek* ... (London), Dl. 1, blz. 11-16, 8 figuren, en blz. 271-274, 4 figuren; *idem,* Dl. 2, blz. 5-6, 2 figuren, en blz. 298-302, 5 figuren. – Engelse extract en vertaling van het eerste gedeelte van de brief.

A. J. J. Vandevelde 1922: *De Brieven 53 tot 75 van Antoni van Leeuwenhoek* ..., in Versl. en Meded. Kon. Vlaamsche Acad., Jrg. 1922, blz. 1052-1053. – Nederlands excerpt.

KORTE INHOUD:

Over de anatomie van de schacht en andere delen van de vogelveer. Over de anatomie van het humor cristallijn van het oog. Beschouwing over zijn vroegere opvattingen over de houtpijpjes in het hout. Over de anatomie van het grenenhout, de bies en het lindenhout. Beschouwing over de vergelijking van de houtpijpjes met arteriën en venen. Over de anatomie van de mispelstenen.

OPMERKINGEN:

Een Engels extract van de eerste helft van de brief in het handschrift van Robert Hooke bevindt zich te Londen, Royal Society, MS. 1948, Early Letters L. 2. 40, vier bladzijden in folio, waarvan twee blanco, met het opschrift (op fol. 2 *verso*): *to ye RS. 1692 Observ. of* [...] *Feathers, cornea of ye Eye consists of many Laminae, Wood, & Rush L^r^ 30 NP unless the Figures could be getten.*

FIGUREN:

In plaats van tekeningen zond L. een gravure naar de Royal Society, zoals die voorkomt in L.'s publicaties van deze brief. De originele tekeningen zijn niet teruggevonden.

LETTER No. 122 [74] 12th AUGUST, 1692

Addressed to: the Royal Society.

Manuscript: Signed autograph letter, London, Royal Society, MS. 1947, Early Letters L. 2. 39, 24 quarto pages, two of which are blank, with twenty engraved figures on a separate sheet.

PUBLISHED IN:

A. VAN LEEUWENHOEK 1693: *Derde Vervolg der Brieven* ..., pp. 475-507, 20 figures (Delft: H. van Kroonevelt). – Dutch text [A].

A. VAN LEEUWENHOEK 1695: *Arcana Naturae Detecta*, pp. 312-323, 20 figures (Delphis Batavorum: H. a Krooneveld). – Latin translation [C].

A. À LEEUWENHOEK 1722: *Opera Omnia, Seu Arcana Naturae ... Editio Novissima*, pp. 287-306, 20 figures (Lugduni Batavorum: J. A. Langerak). – Latin translation.

N. HARTSOEKER 1730: *Extrait Critique des Lettres de feu M. Leeuwenhoek*, in *Cours de Physique* ..., p. 30 (La Haye: J. Swart). – French excerpt.

S. HOOLE 1798, 1807: *The select Works of Antony van Leeuwenhoek* ... (London), Vol. 1, pp. 11-16, 8 figures, and pp. 271-274, 4 figures; *ibid.*, Vol. 2, pp. 5-6, 2 figures, and pp. 298-302, 5 figures. – English excerpt and translation of the first part of the letter.

A. J. J. VANDEVELDE 1922: *De Brieven 53 tot 75 van Antoni van Leeuwenhoek* ..., in Versl. en Meded. Kon. Vlaamsche Acad., 1922, pp. 1052-1053. – Dutch excerpt.

SUMMARY:

On the anatomy of the shaft and other parts of a bird's feather. On the anatomy of the crystalline humour of the eye. Reflections on his former views of the pipes in wood. On the anatomy of pine-wood, rushes, and lime-wood. Reflections on the parallel between the wood-pipes and arteries and veins. On the anatomy of medlar stones.

REMARKS:

An English excerpt of the first part of the letter, written by ROBERT HOOKE, is to be found in London, Royal Society, MS. 1948, Early Letters L. 2. 40, four folio pages, two of which are blank, with the heading (on fol. 2 *verso*): *to y[e] RS. 1692 Observ. of* [...] *Feathers, cornea of y[e] Eye consists of many Laminae, Wood, & Rush L[r] 30 NP unless the Figures could be getten.*

FIGURES:

Instead of drawings L. sent the Royal Society an engraving such as appears in L.'s publications of this letter. The original drawings have not been traced.

12 augustus 1692

Delft in Holland den 12e Aug: 92 [1,a]).

Hoogh Edele Heeren
Mijn Heeren die vande Coninklijke Societeit

Hier nevens gaan weder eenige van mijne aantekeningen, die ik soo als deselve in mijne ontdekkingen sijn op het papier gebragt [2]). Ik [3]) wil hoopen datter ijets in sal sijn het geene Hare Hoogh Edele sal behagen [b]).

Als over eenige jaren [4]) de seer Vermaarde en Geleerde Heer Constantijn Huijgens Heere van Zuijlighem enz: mij quam besoeken, toonden ik den selven onder andere mijne anatomie van verscheijde Hout, op welke tijd, de geseijde Heer wenste te mogen weten, uijt wat deelen de pijpjens, van het Hout [5]) gemaakt, ofte te samen gestelt sijn.

Om sulks te ontdekken, hadde ik voor die tijd al veel devoiren aangewent [6]), dog telkens mijn vergenoeginge daar ontrent niet konnen bereijken [7]).

Bouw en structuur van de schacht van de vogelveer.

Na welke tijd ik mijn gedagten hebbe laten gaan, op de schagten of pennen waar mede wij schrijven [8]), als ook mede van ander gevogelte, omme het maaksel vande selvige te ontdekken, en hebbe eijntelijk ontdekt en gesien, dat de schagten bestaan uijt striemtgens, of beter geseijt [c]) vaatgens [9]).

---

a) A: den 12. Augusti 1692 b) Deze inleidende alinea ontbreekt in A c) A: of om beter geseyt

1) Volgens Richard Waller, de secretaris van de Royal Society, zou deze brief in de vergadering van de Royal Society zijn voorgelezen. Zie Letter from Richard Waller, of 28th April 1693 O.S., blz. 183, in dit deel.

2) Hier ontbreekt waarschijnlijk het woord „hebbende", aangenomen dat de bijzin die met *soo* begint, eindigt met *sijn*. Is dit juist, dan kunnen we de zin interpreteren als: „die ik soo op papier gebragt hebbe als deselve in mijne ontdekkingen sijn". Het stuk *als – sijn* is nu nog niet geheel duidelijk. Mogelijk is ook hier een woord vergeten, bijv. „gemaakt". De betekenis zou dan zijn: zoals deze (aantekeningen) bij het doen van mijn ontdekkingen gemaakt zijn.

3) Hier en ook elders in deze brief schrijft L. een punt, zonder daarop een hoofdletter te laten volgen. Ten einde het lezen te vergemakkelijken zijn deze plaatsen in overeenstemming gebracht met de moderne interpunctie.

4) *over eenige jaren*, enige jaren geleden. Constantijn Huijgens is gestorven op 28 maart 1687. Zie voor een nadere tijdsbepaling van dit bezoek aant. 56.

5) L.'s *pijpjens van het Hout* zijn de horizontaal en verticaal lopende structuren in het secondaire hout.

6) *veel devoiren aangewent*, vaak mijn best gedaan.

7) *mijn vergenoeginge ... bereijken*, tot mijn voldoening slagen.

8) Als schrijfpennen werden bij voorkeur gebruikt de slagpennen van ganzen of ook wel van zwanen. Als tekenpennen gebruikte men liever de pennen van de raaf; had men die niet tot zijn beschikking, dan de fijnste en hardste pennen van ganzen of kalkoenen. De pennen werden gehard, doordat men ze een ogenblik in hete as of in warm zand stak (N. Chomel 1778: *Algemeen huishoudelijk-, natuurkundig-, zedekundig- en konstwoordenboek*, ed. 2, Dl. 5, blz. 2640).

9) Een *vaatge* is bij L. een hol element. De term *striemtge* daarentegen heeft hij in het verleden steeds gebruikt als een synoniem voor *veseltge* of *draatge*, dus een niet hol element; zie bijvoorbeeld zijn beschrijvingen van de spiervezels in de brieven 8 [4], van 1 juni 1674, *Alle de Brieven*, Dl. 1, blz. 108-110; 32 [20], van 14 mei 1677, *idem*, Dl. 2, blz. 212; 67 [35], van 3 maart 1682, *idem*, Dl. 3, blz. 384-402; en 70 [37], van 22 januari 1683, *idem*, Dl. 4, blz. 18-20, 26-28.

12th August, 1692

Delft in Holland, the 12th of August 1692 [1]).

Very Noble Sirs,
Gentlemen of the Royal Society,

I am herewith sending you again a few of my notes, which I put on paper about my discoveries. I hope that they may contain something that will please Your Honours.

When some years ago the very Renowned and Learned Mr. Constantijn Huijgens, Lord of Zuijlighem, etc., came to visit me [2]), I showed him, among other things, my anatomy of several Woods, on which occasion the said Gentleman desired to know of what parts the little pipes of Wood [3]) are made or composed.

In order to discover this I had already made many efforts before that time, but I had never been able to succeed in this to my satisfaction.

Structure and texture of the shaft of a bird's feather.

Since that time I gave my thoughts to the quills or pens with which we write [4]) as well as those of other birds, to discover their structure, and finally I discovered and saw that quills consist of filaments, or rather little vessels [5]).

---

1) According to RICHARD WALLER, the secretary of the Royal Society, this letter was read in the meeting of the Royal Society. See Letter from RICHARD WALLER, of 28 April 1693 O.S., p. 183 in the present volume.

2) CONSTANTIJN HUYGENS died on 28 March 1687. For a further definition of the time of this visit, see note 28.

3) L.'s *little pipes of Wood* are the horizontal and vertical structures in the secondary wood.

4) The pens preferably used as writing-pens were the flight-feathers of geese, or sometimes of swans. As drawing-pens the quills of the raven were preferred; if these were not available, the finest and hardest feathers of geese or turkeys were taken. The quills were hardened by a moment's insertion into hot ashes or warm sand (N. CHOMEL 1778: *Algemeen huishoudelijk-, natuurkundig-, zedekundig- en konst-woordenboek*, 2nd ed., Vol. 5, p. 2640).

5) In L.'s terminology a *vaatge* (little vessel) is a hollow element. The term *striemtge* (filament), on the other hand, was always used by him in the past as a synonym of *veseltge* (fibril) or *draatge* (little thread), *i.e.* an element that is not hollow; see, for instance, his descriptions of the muscle fibres in Letters 8 [4], of 1 June 1674, *Collected Letters*, Vol. 1, pp. 109-111; 32 [20], of 14 May 1677, *ibid.*, Vol. 2, p. 213; 67 [35], of 3 March 1682, *ibid.*, Vol. 3, pp. 385-403; and 70 [37], of 22 January 1683, *ibid.*, Vol. 4, pp. 19-21, 27-29.

Dese vaatgens sijn in ijder schagt driederleij. De eerste of buijtenste vaatgens, die maar een weijnig dikte vande schagt uijt maken, loopen inde lengte vande schagt. De tweede soort van vaaten, die in veel meer dikte op malkanderen leggen, loopen inde ront vande schagt, en worden vande eerste vaatgens bedekt [a]). Dese laaste vaatgens [10,b]) leggen niet als een vast lighaam op malkanderen, vast vereenigt, maar die leggen met schibagtige [11]) deelen op den anderen [12]), soo danig, dat men de schibagtige deelen van den anderen kan onderscheijden. De derde soort van vaaten, die het grootste of dikste gedeelte vande schagt uijt maken, loopen mede inde lengte vande schagt, als de eerst geseijde vaaten, en welke laaste of derde soort van vaaten, mede met schibagtige deelen op malkanderen leggen [13]).

Dit geseijde maaksel vande schagt, bij mij dus verre ontdekt sijnde, stelde ik vast [14]), dat dit het volmaakste wesen [15]) was, dat men aan soo een dun lighaam als de schagt is, en welke met soo een groote holte [16]) is versien, soude konnen bedenken. Want door soo een maaksel heeft de schagt, sijn stijfte, en starkte, soo wel inde ronte als in de lengte [17]).

Omme nu het maaksel vande schagt aan te wijsen, heb ik deselvige laten afteijkenen.

---

a) A: van de eerst geseyde vaaten gedekt b) A: vaaten

10) *Dese laaste vaatgens*, L. bedoelt hiermee *De tweede soort van vaaten.*

11) *schibagtige*, op schubben gelijkende, als schubben liggende.

12) *op den anderen, van –, aan –*, enz., op (van, aan enz.) elkaar.

afb. 6. 13) De pennen van de vleugel, waarover L. hier schrijft, bestaan uit een centrale as en een vlag. De centrale as is een veerkrachtige, hoornachtige staaf. Het onderste deel, de spoel, is hol op een verschrompeld vliesje, de ziel, na. Het bovenste deel, de schacht, is gevuld met merg, bestaande uit verhoornde, met lucht gevulde cellen.

De vlag wordt gevormd door de baarden; dit zijn lange, smalle hoornplaatjes, die in twee rijen, één links en één rechts, op de schacht zijn ingeplant. Aan elke baard zijn weer twee rijen van baardjes gehecht. De baardjes, die in de richting van de top van de veer wijzen, noemt men de achterste baardjes; de baardjes in de tegenovergestelde richting de voorste baardjes. De achterste baardjes grijpen met haakjes in de voorste baardjes van de achterliggende baard (W. Biedermann 1928: *Vergleichende Physiologie des Integuments der Wirbeltiere*, in *Ergebnisse der Biologie*, Dl. 3, blz. 388-390).

De wand van zowel de spoel als de schacht is inderdaad opgebouwd, zoals L. het hier beschrijft, nl. uit een dunne buitenlaag van overlangs lopende vezels, een dikkere middenlaag van rondlopende vezels en een nog dikkere binnenlaag van overlangs lopende vezels.

De wand van de baarden is eenvoudiger van bouw dan die van de spoel of de schacht en bestaat alleen uit overlangs lopende vezels (W. J. Schmidt 1924: *Die Bausteine des Tierkörpers in polarisiertem Lichte*, blz. 370-371).

L. noemt de vezels in de centrale as *vaatgens* (vgl. ook aant. 9); zijn term *schagt* komt overeen met onze term van de centrale as van de veer en omvat dus zowel de spoel als de eigenlijke schacht.

Robert Hooke volstond in zijn *Micrographia*, 1665, bij zijn beschrijving van de wand van de centrale as, met de opmerking: *the outward surface of the Quill and Stem was of a very hard, stiff, and horny substance.*

14) *stelde ik vast*, kwam ik tot de slotsom.

15) *het wesen*, de gesteldheid, de structuur.

16) De verhouding van de dikte van de wand van de centrale as tot de totale doorsnede van de as kan zelfs 1/40 bedragen (W. Biedermann 1928: *Vergleichende Physiologie des Integuments der Wirbeltiere*, in *Ergebnisse der Biologie*, Dl. 3, blz. 425).

17) L. schrijft dus de eigenschappen van stijfheid en sterkte van de centrale as toe aan de vezelstructuur van de wand van de as.

Hooke daarentegen verklaarde in zijn *Micrographia*, 1665, blz. 165, deze eigenschappen en ook nog het geringe gewicht van de gehele veer uit de luchthoudende, verhoornde cellen van het merg.

Of these little vessels there are three kinds in each quill. The first or outermost vessels, which constitute only a little of the thickness of the quill, run in the longitudinal direction of the quill. The second kind of vessels, which lie upon each other in much thicker layers, run along the circumference of the quill and are overlapped by the first little vessels. These latter vessels [6]) do not lie as a solid body upon each other, firmly united, but they lie with scaly parts overlapping each other, in such a way that the scaly parts can be distinguished from each other. The third kind of vessels, which constitute the biggest or thickest part of the quill, also run in the longitudinal direction of the quill, just like the firstmentioned vessels, and this last or third kind of vessels also lie with scaly parts overlapping each other [7]).

The said structure of the quill having thus far been discovered by me, I concluded that this was the most perfect structure that could be imagined in so thin a body as a quill, which is provided with such a wide cavity [8]). For it is due to this structure that the quill has its stiffness and strength, both circumferentially and longitudinally [9]).

Now in order to show the structure of the quill, I had it drawn.

---

[6]) *These latter vessels*, by this, L. means *the second kind of vessels.*

[7]) The feathers of the wing to which L. is referring here consist of a central axis and a vane. *ill. 6.*
The central axis is an elastic horny rod. The lower part, the quill, is hollow but for a shrivelled membrane, the pith. The upper part, the shaft, is filled with a medulla consisting of keratinized air-filled cells.

The vane is formed by the barbs; these are long, narrow platelets of horn, which are implanted on the shaft in two rows, one to the left and one to the right. Attached to each barb are two rows of barbules. The barbules pointing in the direction of the tip of the feather are called the distal barbules, those pointing in the opposite direction are the proximal barbules. The distal barbules hook together with the proximal barbules of the barb behind it (W. Biedermann 1928: *Vergleichende Physiologie des Integuments der Wirbeltiere*, in *Ergebnisse der Biologie*, Vol. 3, pp. 388-390).

The wall of the quill as well as of the shaft is indeed composed as L. described it here, *viz.* of a thin external layer of longitudinal fibres, a thicker middle layer of circular fibres, and an even thicker internal layer of longitudinal fibres.

The structure of the wall of the barbs is simpler than that of the wall of the quill or the shaft and consists only of longitudinal fibres (W. J. Schmidt 1924: *Die Bausteine des Tierkörpers in polarisiertem Lichte*, pp. 370-371).

L. calls the fibres in the central axis *vaatgens* (little vessels) (compare also note 5); his term *schagt* corresponds to our term central axis of the feather and comprises accordingly the quill as well as the shaft proper.

Robert Hooke, in his *Micrographia* (1665), in describing the wall of the central axis confined himself to the statement: *the outward surface of the Quill and Stem was of a very hard, stiff, and horny substance.*

[8]) The ratio between the thickness of the wall of the central axis and the total diameter of the axis may even be 1:40 (W. Biedermann 1928: *Vergleichende Physiologie des Integuments der Wirbeltiere*, in *Ergebnisse der Biologie*, Vol. 3, p. 425).

[9]) L. therefore attributes the properties of stiffness and strength of the central axis to the fibrous structure of the wall of the axis.

Hooke on the other hand, in his *Micrographia*, 1665, p. 165, accounted for these properties as well as for the light weight of the whole feather by the air-filled, keratinized cells of the medulla.

fig. IX. Fig: 1. ABCDEFG. vertoont de schagt [18]). Met ABG. werden de vaaten die het buijtenste gedeelte vande schagt uijt maken, en de welke inde lengte vande selvige loopen, aan gewesen.

Met BCFG. werd aangewesen de vaaten, die inde ronte vande schagt loopen, welke vaaten veel dikker met schibagtige deelen op malkanderen leggen.

Met CDEF. werd aan gewesen, de vaaten die mede inde lengte vande schagt leggen, als vande eerste vaaten is geseijt, en welke laaste vaaten, het meeste gedeelte vande dikte vande schagt uijt maken, en die mede met schibagtige deelen op malkanderen leggen.

Uijt dese observatien quam mij te binnen de oorsaak, waarom eenige [19]) schagten, als wij tot een schrijfpenne [a]) sullen op splijten, ofte een schuer inde lengte geven, ter plaatse daar de schagt op sijn harst is, de schuer wel met kartels of saags gewijse komt op te schueren, namentlijk, om dat de vaaten die inde ronte vande schagt leggen, deselvige [20]) niet alle in een regte lini [b]) komen ontstukken te breeken, en wel meest daar de schagt harst is, en alwaar dese vaaten, meer als anders dik op malkanderen leggen, en daarom is het noodig, dat [21]) soo danige harde plaatsen vande schagt, al waar wij een split sullen brengen, eerst met een mes de schagt, wat af schrabben, om door dat middel een suijvere schuer of split te bekomen.

Ik hebbe ook veel maal door het vergroot-glas gesien, een gedeelte vande Veer van een Schrijf-penne, als ook van kleijnder gevogelte, ende [c]) deselvige telkens met verwonderinge [22]) beschout; niet alleen om de menigvuldige deelen die daar in te sien sijn; Maar ook op de menigvuldige vaaten, ende de hoe kleijnheijt der selvige waar uijt niet alleen een Veer, maar een seer kleijn gedeelte vande Veer was gemaakt ofte te samen gestelt [13]).

Vorders hebbe ik ook wel in gedagten genomen of de vaaten vande schagt, die inde ronte vande schagt loopen, niet wel uijt de vaaten werden gemaakt, die het binnenste gedeelte vande schagt uijtmaken.

Omme nu in gedagten te brengen [23]), de groote menigte van vaaten, waar uijt een Veer word voort gebragt, heb ik maar een kleijn gedeelte voor het vergroot-glas gestelt omme het maaksel aan te wijsen.

fig. IX. Fig: 1. DHIKE. vertoont een gedeelte van een Veer van een schrijfpenne, die hier kleijnder als deselvige is werd af gebeeld. Met K. werd aan gewesen een kleijn gedeelte vande Veer, en welk deel soo men het gans [24])

---

[a]) A: als wy die tot schrijfpennen [b]) A: lijn [c]) hs: ende ende

[18]) In de afbeelding is dit de spoel.

[19]) *eenige*, sommige.
eenige schachten, lees: bij eenige schachten.

[20]) *deselvige* is hier overtollig.

[21]) *dat*, lees: dat wij op.

[22]) *verwonderinge*, verbazing en bewondering; C heeft: *cum admiratione*.

[23]) *in gedagten te brengen*, een denkbeeld te geven van.

[24]) *gans*, hier: op ware grootte.

Fig. 1. ABCDEFG shows the quill. At ABG are shown the vessels which form the outermost part of the quill and which run in its longitudinal direction. *fig. IX.*

At BCFG are shown the vessels which run along the circumference of the quill, which vessels lie in much thicker layers, with scaly parts, overlapping each other.

At CDEF are shown the vessels which also run in the longitudinal direction of the quill, as has been said of the first vessels, and these last-mentioned vessels constitute the greater part of the thickness of the quill and also lie with scaly parts overlapping each other.

In view of these observations (I wondered) why in some quills, when we split them into a writing pen or make a tear lengthwise in the place where the quill is hardest, it will sometimes be torn in crenellations, namely, because the vessels which lie along the circumference of the quill do not all break to pieces along a straight line, and most of all where the quill is hardest and where these vessels, more than elsewhere, lie thickly overlapping each other. And that is why it is necessary first to scrape off a little with a knife those hard places in the quill where we want to make a slit, in order thus to get a perfect tear or slit.

I have also frequently seen, through the magnifying glass, a part of the Feather of a Writing-pen as well as of smaller birds, and on each occasion contemplated it with wonder; not only because of the manifold parts that are to be seen therein, but also because of the manifold vessels and the smallness of these vessels, of which not only a Feather, but a very small part of the Feather was made or composed [7]).

Furthermore I also sometimes considered whether the vessels of the quill which run along the circumference of the quill may not be produced from the vessels which constitute the innermost part of the quill.

Now in order to give some idea of the large number of vessels from which a Feather is produced, I placed only a small part before the magnifying glass, in order to show the structure.

Fig. 1. DHIKE shows a part of a Feather of a writing-pen, which is shown *fig. IX.*

hadde af geteijkent, weder grooter als een gantsche Veer [25]) soude vertoonen. Wanneer men dit kleijn gedeelte vande Veer, door het vergroot glas beschout, soo siet men hoe dat ijder deeltge, weder in een groote menigte van Veertgens bestaat, en welke deelen in malkanderen soo vereenigt sijn, om daar door de Veer sijn starkte te geven.

fig. X. Als wij nu vast stellen [26]), gelijk het in der daat is, dat fig: 2. LMNOPQ. [27]) soo veel lighaams niet in sig begrijpt [28]), als een grof santge groot is [29]), en dat wij het daar voor houden, dat dit maaksel niet dan uijt vaatgens is groot ge-
fig. XI. maakt; en voornamentlijk als wij agt geven, op fig: 3. RS. welk deel door wat meerder vergrootende glas is geteijkent, als de voor gaande figuur, en welk
fig. X en XII. deeltge vande sijde van fig: 2. MNO. is af geschuert [30]). Als ook op fig: 4. TV. dat vande sijde fig: 2. QPO. [31]) is af genomen [32]).

Met LMQ. werd aan gewesen het globulagtige wesen [33]), waar uijt het binnenste maaksel van het kleijne gedeelte van het Veertge is te samen ge-
fig. IX. stelt, over een komende met het maaksel vande groote penne fig: 1.

fig. XI en XII. Door fig: 3. en 4. werden met R. en T. aan gewesen eenige weijnige af geschuerde vaaten.

Alle dese kleijne deelen, die wij ook wel Veertgens mogen noemen, dienen niet alleen om de Veer een starkte te geven, maar ook om dat [34]) int vliegen, die kleijne deelen soo digt en vast aan den anderen [12]) souden vereenigt blijven, dat de deelen die men lugt noemt, tusschen de Veeren met veel tegenstand, om haar nette schikkinge [35]) souden door gaan. Want soo het anders waar, soo soude het gevogelte haar inde lugt niet konnen op houden [36]). Alle dese deelen

---

fig. IX. [25]) *grooter als een gantsche Veer,* L. bedoelt waarschijnlijk: groter dan het in *fig: 1* getekende gedeelte van de vlag op papier is.

[26]) *vast stellen,* als vaststaand aannemen.

fig. X. [27]) *Fig: 2* is de afbeelding van een gedeelte van een baard met links de rij van achterste baardjes en rechts de rij van voorste baardjes.

[28]) *soo veel lighaams niet in sig begrijpt,* niet zoveel stof bevat.

[29]) *Een grof santge* heeft een diameter van ongeveer 870 μ.

fig. XI. [30]) De zin wordt niet tot een einde gebracht.

Fig: 3 is de afbeelding van een achterste baardje.

[31]) De *0* is in het handschrift gevlekt en niet met zekerheid leesbaar.

fig. XII. [32]) *Fig: 4* is de afbeelding van een voorste baardje, waar aan de linkerzijde duidelijk de haakjes te zien zijn.

afb. 8 en 9. [33]) Het *globulagtige wesen* (volgens C: *pars globulosa)* is het merg in de schacht en de baard; zie ook aant. 13. L. schrijft hier verder geen functie aan toe. Robert Hooke kende er behalve fysische en mechanische eigenschappen (vgl. aant. 17) ook nog – ten onrechte – de functie van voedseltransport naar de vlag aan toe *(Micrographia,* 1665, blz. 165).

[34]) *om dat,* opdat.

[35]) *om haar nette schikkinge,* doordat ze (nl. de veren) zo nauwkeurig ineen passen.

[36]) *haar ... ophouden,* zich omhoog houden, zich door de lucht laten dragen.

Evenals L. was ook Hooke *(Micrographia,* 1665, blz. 166-167) de mening toegedaan, dat de constructie van zeer dicht opeen gedrongen, in elkaar grijpende baardjes een luchtdicht vlak zou vormen, dat bij uitstek geschikt zou zijn om weerstand te bieden tegen de druk die tijdens het vliegen tegen de veer ontstaat en daardoor het vliegen mogelijk maakt. Dit is slechts gedeeltelijk waar, want het bovenstaande geldt alleen bij het neerslaan van de vleugel. Het laatste hebben L. noch Hooke zich gerealiseerd.

here smaller than it is. At K is shown a small part of the Feather, which part, if it had been drawn full size, would appear even larger than an entire Feather [10]). When one looks at this small part of the Feather through the magnifying glass, one will see that each part in turn consists of a large number of small Feathers, and these parts interlock so as to give the Feather its strength.

Now let us assume, as is actually true, that in Fig. 2, LMNOPQ [11]), is not so large as a grain of coarse sand [12]), and let us believe that this structure has grown from none but small vessels; and let us pay attention principally to Fig. 3, RS, which part has been drawn through a glass of slightly greater magnification than the preceding figure and has been torn off the side of Fig. 2, MNO [13]), as also in Fig. 4, TV, which has been removed from the side of Fig. 2, QPO [14]). *fig. X.* *fig. XI.* *figs X and XII.*

At LMQ is shown the globular part [15]) of which the innermost structure of the small part of the little Feather is composed, resembling the structure of the large pen in Fig. 1. *fig. IX.*

In Figs 3 and 4, at R and T, are shown a few torn-off vessels. *figs XI and XII.*

All these small parts, which we may also call little Feathers, serve not only to give strength to the Feather, but also in order that, during flight, those small parts should remain interlocked so closely and firmly that the parts which we call air, in passing between the Feathers, meet with great resistance, because they dovetail so accurately. For if it were otherwise, the birds would not be able to keep themselves up in the air [16]). All these parts are interwoven

---

[10]) By *grooter als een gantsche Veer* (larger than an entire Feather) L. probably means: larger than the part of the vane shown in *Fig. 1* is on paper. *fig. IX.*

[11]) *Fig. 2* shows a part of a barb, the barbules to the left being the row of distal barbules and those to the right the row of proximal barbules. *fig. X.*

[12]) A *grain of coarse sand* has a diameter of about 870 μ.

[13]) *Fig. 3* shows a distal barbule. *fig. XI.*

[14]) *Fig. 4* shows a proximal barbule, on the left of which the hooks are clearly visible. *fig. XII.*

[15]) The *globulagtige wesen* (according to C: *pars globulosa* – globular part) is the medulla in the shaft and the barb; see also note 7. L. does not attribute any function to it. Robert Hooke not only attributed physical and mechanical properties to it (see note 9), but also – wrongly – the function of conduction of nutritive substances to the vane *(Micrographia*, 1665, p. 165). *ills 8 and 9.*

[16]) Like L., Hooke *(Micrographia*, 1665, pp. 166-167) believed that the construction of very closely packed, interlocking barbules would form an air-tight surface eminently suited to offer resistance to the pressure to which the feather is subject during flight, thus making flight possible. This is only partly true, for the above applies only during the downward flap of the wing. The latter was realized neither by L. nor by Hooke.

leggen soo ordentelijk in malkanderen gevlogten, dat wij die veel maal, en te gelijk ook om der selver onbedenkelijke [37]) groote menigte van vaatgens, waar uijt een schagt bestaat hebben beschout [38]).

Bouw en structuur van de humor cristallinus van het oog.

Na dat ik dan als hier vooren is geseijt, de schagten van het gevogelte hadde onder sogt, en bevonden, dat de Voorsigtige [39]) Natuur, soo verre wij konnen na spueren, ist niet al, het is in veel saaken die ons voort komen [a]), een onbedenkelijke ordentelijke werkinge te weeg brengt [40]). Gelijk wij sien in het Lighaam van onse Oogen, dat men het Humor Cristalijn [41]) noemt, als ook die deelen der oogen, van alle groote Dieren op Aerden; en alle groote Visschen der wateren, soo veel deselvige bij mij sijn ondersogt, uijt schibagtige deelen op malkanderen leggende, sijn te samen gestelt [42]), ende dat ook het hoornvlies der oogen, het welke ik voor desen ondersoekende, als doen oordeelde dat het bestond, uijt drie distincte menbrane die op malkanderen waren leggende [43]).

---

[a]) A: voor komen

Hoewel L. en HOOKE het niet uitdrukkelijk zeggen, hebben zij hun mening gebaseerd op de veronderstelling, dat de baardjes verticaal en volkomen onbeweeglijk aan de baarden gehecht zijn. Dit is niet juist. De baardjes blijken namelijk passief draaibaar om hun lengteassen te zijn. Als de veer naar beneden slaat, draaien de baardjes in horizontale stand door de opgewekte luchtdruk tegen de onderzijde van de veer en vormen, elkaar vasthoudend met de haakjes, een luchtdicht gesloten vlak. Als de veer vervolgens naar boven slaat, draaien de baardjes weer in verticale, geopende stand door de luchtdruk boven op de veer en laten de lucht door de veer stromen, te vergelijken met een gesloten, resp. geopende jaloezie (W. BIEDERMANN 1928: *Vergleichende Physiologie des Integuments der Wirbeltiere*, in *Ergebnisse der Biologie*, Dl. 3, blz. 415-416).

[37]) *onbedenkelijke*, ondenkbare.

[38]) De eerste uitvoerige microscopische beschrijving van de veer is van de hand van ROBERT HOOKE en staat in het hierboven reeds enkele malen geciteerde artikel *Of the contexture and shape of the particles of Feathers* in zijn *Micrographia*, 1665, blz. 165-167 en *Scheme XXII*. Voor zover het waarnemingen bij zwakke vergroting betreft zijn L.'s beschrijvingen een herhaling van die van HOOKE. L.'s afbeeldingen zijn echter veel natuurgetrouwer dan de schematische voorstellingen van HOOKE, hoewel
afb. 7. de laatste juist door hun simplificatie zeer instructief zijn (zie afb. 7). HOOKE en L. verschillen blijkbaar van mening over de plaats waar de eigenschappen van stijfheid en sterkte in de veer gelocaliseerd zijn (vgl. aant. 17). Bij sterkere vergrotingen overtreft L. de beschrijvingen van HOOKE met zijn uitstekende beschrijving van de structuur van de wand van de centrale as (vgl. aant. 13).

[39]) *Voorsigtige*, voorzienige.

[40]) *een onbedenkelijke ordentelijke werking te weeg brengt*, een onvoorstelbare ordelijke werkzaamheid vertoont.

Het woord *ordentelijk* krijgt hier welhaast de betekenis van „systematisch".

[41]) *Humor Cristalijn*, ooglens.

[42]) Bij *ondersogt* is L. de draad van de zin kwijt geraakt. In C is de daardoor ontstane moeilijkheid opgelost door op de overeenkomstige plaats te beginnen met *quae partes*: welke delen. Dit voorbeeld volgend leze men deze woorden dus tussen *ondersogt* en *uijt*.

L. heeft de ooglens beschreven in de brieven 11 [6], van 7 september 1674, *Alle de Brieven*, Dl. 1, blz. 138-142, 146, van de koe; 80 [41], van 14 april 1684, *idem*, Dl. 4, blz. 210-232, van runderen, hazen, konijnen, vissen en vogels; 81 [42], van 25 juli 1684, *idem*, Dl. 4, blz. 280, van de mens; en 88 [47], van 12 oktober 1685, *idem*, Dl. 5, blz. 320, van het paard.

Bizonder fraai is zijn analyse van de bouw van de lens van het rund in de genoemde brief van 1684, waarin hij de lens opgebouwd denkt uit 2000 op elkaar gelegen schubben, ieder 7-10 μ dik; zie ook ZEEMAN's artikel *Van Leeuwenhoek en de oogheelkunde* in *Alle de Brieven*, Dl. 4, blz. 300-306.

[43]) Het hoornvlies van het rund en van het varken heeft L. beschreven in de brieven 11 [6], van 7 september 1674, *Alle de Brieven*, Dl. 1, blz. 146, resp. 80 [41], van 14 april 1684, *idem*, Dl. 4, blz. 234-238. Aanvankelijk lukte het hem niet om het hoornvlies te analyseren; in de brief van 1684 slaagde hij erin om zeven delen te onderscheiden. Hier, op deze plaats, spreekt L. echter van drie delen.

so regularly that we have often contemplated them also because of the inconceivably large number of little vessels of which a quill consists [17]).

After having examined, as has been said before, the quills of birds, I found that Provident Nature, in so far as we can find out, produces an inconceivably regular effect, if not in all, still in many things that we see. As we see in the Body of our Eyes, which is called the Crystalline Humour [18]), as well as those parts of the eyes of all large Animals on Earth and all large Fishes in the waters in so far as they have been examined by me, which are composed of scaly parts overlapping each other [19]), and also the cornea of the eyes, which, when I previously examined it, I thought to consist of three distinct membranes

Structure and texture of the humor cristallinus of the eye.

Although L. and Hooke do not expressly say so, they based their belief on the assumption that the barbules are attached vertically and completely immovably to the barbs. This is not true. In fact, the barbules appear to be adapted to twist passively about their longitudinal axes. When the feather flaps down, the barbules twist into the horizontal position, owing to the air pressure produced against the underside of the feather and, hooking together, form a continuous air-tight surface. When the feather subsequently flaps up, the barbules twist back into the opened vertical position, owing to the air pressure on the top of the feather, and allow the air to flow through the feather; this can be compared to a Venetian blind that is shut and opened respectively (W. Biedermann 1928: *Vergleichende Physiologie des Integuments der Wirbeltiere*, in *Ergebnisse der Biologie*, Vol. 3, pp. 415-416).

[17]) The first detailed microscopic description of a feather was given by Robert Hooke and is to be found in the previously cited article *Of the contexture and shape of the particles of Feathers* in his *Micrographia*, 1665, pp. 165-167 and *Scheme XXII.* In so far as they are observations made at a low magnification, L.'s descriptions are a repetition of those of Hooke, but L.'s drawings are much truer to nature than the schematic representations of Hooke, although the latter are very instructive owing to their very simplification (see Ill. 7). Hooke and L. apparently hold different views as to the place in which the properties of stiffness and strength are localized in the feather (compare note 9). At higher magnifications L.'s excellent descriptions of the structure of the wall of the central axis (compare note 7) are superior to those of Hooke. *ill. 7.*

[18]) *Humor Cristalijn* (crystalline humour), lens of the eye.

[19]) L. described the lens of the eye in Letters 11 [6], of 7 September 1674, *Collected Letters*, Vol. 1, pp. 139-143, 147, for the cow; 80 [41], of 14 April 1684, *ibid.*, Vol. 4, pp. 211-233, for cattle, hares, rabbits, fishes, and birds; 81 [42], of 25 July 1684, *ibid.*, Vol. 4, p. 281, for man; and 88 [47], of 12 October 1685, *ibid.*, Vol. 5, p. 321, for the horse.

His analysis of the structure of the lens of a cow in the said letter of 1684 is particularly good; there he conceives the lens as composed of 2000 lamellae, each 7-10 μ thick. See also Zeeman's article *Van Leeuwenhoek en de oogheelkunde* in *Collected Letters*, Vol. 4, pp. 301-307.

Bouw en structuur van het hoornvlies van het oog.

Maar nu voorleden somer dat [44]) bij ongeval, een van mijne bekende, het hoornvlies een weijnig gequest sijnde, en met welke genesinge, ik oordeelde dat niet wel gehandelt wierde, heb ik mijne ontledinge ontrent die deelen weder op nieuw hervat.

Ik hebbe dan genomen de oogen uijt het hooft van een kalf, en mij bereijt, soo groote glase bollen, als de oog appels groot waren, als wanneer [45]) ik de hoorn-vliesen vande oogen af nam, en spande die over de glase bollen, en dus die na mijn vermogen, door het vergroot glas beschouwende, en ontledigende [46]), heb ik gesien, dat de Hoorn-vliesen, niet en bestonden uijt drie menbranen over den anderen leggende; Maar dat ijder Hoorn-vlies wel bestond uijt hondert vliesen, of deelen die als schibagtig [11]) op malkanderen lagen [47]); Waar uijt ik besloot, dat soo danig maaksel, niet alleen dus was te samen gestelt, omme het Hoorn-vlies een meer als gemene starkte [48]) te geven, maar te gelijk ook, om dat wanneer eenige vliesen mogten gequest wesen, dat in sulken geval, de andere onder leggende vliesen, geen ongemak daar door souden hebben te lijden [49]).

Dit maaksel van het geseijde Hoorn-vlies, heb ik voor twee distincte vergroot glasen gestelt, ende onder andere Geleerde Heeren laten sien, d' H^r^ Medicinae Doctor Hutton [50]), ende mijne verdere gedagten ontrent dat maaksel geuijt.

Bouw en structuur van het „vurenhout".

Dese mijne voor verhaalde observatien, hebben mijn gedagten weder gebragt tot de buijsjens, of pijpjens waar uijt het Hout bestaat, en [51]) in gedagten genomen, of ijder Hout-pijpje niet wel uijt twee bijsondere [52]) seer kleijne

---

[44]) *dat* is overtollig.

[45]) *als wanneer*, waarop.

[46]) *ontledigende*, ontledende.

[47]) Het hoornvlies, *cornea*, bestaat i.h.a. uit een 5- of 6-tal lagen, waarvan de *cornea propria* de voornaamste is; vaak gebruikt men de naam „hoornvlies" om deze laag aan te duiden. De *cornea propria* wordt gevormd door een groot aantal evenwijdige lamellen, bestaande uit bundels van bindweefsels. De richting van deze vezelbundels wisselt in de opeenvolgende lamellen.

Het juiste aantal lamellen wordt in de literatuur omstreden. In oudere werken schatte men het aantal bij zoogdieren op 14-40 en bij de mens op 50-60 lamellen. In 1958 telde men ongeveer 100 bij de kat, waarbij iedere lamel 5 µ dik zou zijn (V. Franz 1913: *Sehorgan*, in A. Oppel's *Lehrbuch der vergleichenden mikroskopischen Anatomie der Wirbeltiere*, Dl. 7, blz. 300; J. W. Rohen 1964: *Das Auge und seine Hilfsorgane*, in het *Handbuch der mikroskopischen Anatomie des Menschen*, Dl. 3, pars 4, blz. 342). L.'s waarneming van *hondert vliesen* in het hoornvlies in een kalf vertoont grote mate van overeenkomst met de hierboven genoemde waarneming bij de kat.

De mate van betrouwbaarheid van L.'s waarneming komt overeen met zijn schatting van het aantal schubben van de ooglens, nl. 2000 bij een dikte van 7-10 µ per schub (zie aant. 42).

[48]) Terecht opgemerkt door L. Experimenten hebben aangetoond, dat de hardheid van het hoornvlies niet erg groot is, maar de weerstand tegen buiging daarentegen wel (J. W. Rohen, 1964: *Das Aug und seine Hilfsorgane*, in het *Handbuch der mikroskopischen Anatomie des Menschen*, Dl. 3, pars 4, blz. 335-336)

[49]) Het hoornvlies heeft een goed regenererend vermogen, waarbij na verloop van tijd zelfs geen littekentje overblijft (J. W. Rohen 1964: *Das Auge und seine Hilfsorgane*, in het *Handbuch der mikroskopischen Anatomie des Menschen*, Dl. 3, pars 4, blz. 365).

[50]) Het is niet zeker wie L. bedoelt. In aanmerking komen Dr. John Hutton (overleden in 1712) en Dr. Pieter Hotton (1648-1709); zie Biografisch Register.

[51]) *en*, lees: en ik heb.

[52]) *bijsondere*, verschillende, afzonderlijke.

overlapping each other [20]). But last summer, when through an accident the cornea of one of my acquaintances was slightly injured and I thought the treatment was not conducted in the right way, I again resumed my dissection of those parts.

Structure and texture of the cornea of the eye.

I therefore took the eyes out of the head of a calf and prepared for myself some glass globes of the same size as the eyeballs, upon which I removed the corneas from the eyes and stretched them over the glass globes, and when I thus examined and dissected them through the magnifying glass as well as I could, I saw that the Corneas did not consist of three membranes overlapping each other, but that each Cornea consisted of at least a hundred membranes or parts overlapping each other like scales [21]). From this I concluded that this structure was not only composed in this way so as to give the Cornea extraordinary strength [22]), but also in order that, if some of the membranes should be injured, in that case the other membranes lying underneath should not suffer any damage from it [23]).

I placed this structure of the said Cornea before two different magnifying glasses, and I showed it, among other Learned Gentlemen, to Mr. Hutton [24]), Doctor of Medicine, and I uttered my further thoughts about that structure.

My aforesaid observations turned my thoughts back again to the little pipes of which Wood consists, and I considered whether each Wood-pipe may

Structure and texture of „fir-wood".

---

[20]) The cornea of the cow and that of the pig have been described by L. in the Letters 11 [6], of 7 September 1674, *Collected Letters*, Vol. 1, p. 147, and 80 [41], of 14 April 1684, *ibid.*, Vol. 4, pp. 235-239, respectively. At first he did not succeed in analysing the cornea; in the letter of 1684 he managed to distinguish seven parts. In the present passage, however, L. speaks of three parts.

[21]) The cornea consists in general of 5 or 6 layers, of which the *cornea propria* is the most important one; the name cornea is often used to refer to this layer. The *cornea propria* is formed by a great many parallel lamellae, consisting of bundles of connective tissue. The direction of these bundles of fibres varies in the successive lamellae.

The correct number of the lamellae is a matter of controversy in the literature. In older works the number was estimated at 14-40 in mammals and at 50-60 in man. In 1958 about 100 lamellae were counted in the cat, while each lamella was thought to be 5 μ thick (V. FRANZ 1913: *Sehorgan*, in A. OPPEL's *Lehrbuch der vergleichenden mikroskopischen Anatomie der Wirbeltiere*, Vol. 7, p. 300; J. W. ROHEN 1964: *Das Auge und seine Hilfsorgane*, in *Handbuch der mikroskopischen Anatomie des Menschen*, Vol. 3, part 4, p. 342). L.'s observation of *hundred membranes* in the cornea of a calf comes very near to the above-mentioned finding for the cat.

The reliability of L.'s observation is in conformity with his estimation of the number of lamellae of the lens of the eye, *viz.* 2000, the thickness of each lamella being 7-10 μ (see note 19).

[22]) Correct remark of L. Experiments have demonstrated that the hardness of the cornea is not very great, but its bending resistance is considerable (J. W. ROHEN 1964: *Das Auge und seine Hilfsorgane*, in *Handbuch der mikroskopischen Anatomie des Menschen*, Vol. 3, part 4, pp. 335-336).

[23]) The cornea has a good power of regeneration; in process of time not even a scar is left (J. W. ROHEN 1964: *Das Auge und seine Hilfsorgane*, in *Handbuch der mikroskopischen Anatomie des Menschen*, Vol. 3, part 4, p. 365).

[24]) See the Biographical Register.

vaatgens mogten sijn gemaakt, te weten, vaatgens die inde lengte van een Hout-pijpje loopen, en andere seer kleijne vaatgens, die inde ronte van een Hout-pijpje loopen, gelijk ik hier vooren hebbe geseijt, dat de schagten van het gevogelte gemaakt sijn, om door soo danigen maaksel ijder Hout-pijpje, een starkte te geven.

Ik hebbe dan weder op nieuw na mijn vermogen, ondersogt, Abele Populier, Willigen, Vuijeren, en ook Greijnen Hout [53]), om dat dese boomen boven veel ander Hout, niet alleen in dikte toe nemen, maar ook om dat de Hout-pijpjens waar uijt het Hout bestaat, in wijte uijt steken [54]).

Ik hebbe voor desen [55]) wel gesien, dat in eenig Hout en ander gewas, en voor namentlijk in Linden Hout; pijpjens waren (die ik doen ter tijd voor vaaten aan sag [56])) welkers binnenste maaksel was, een seer dun door schijnende vlies, of menbrane, dat ik mij wel in beelde [57]) te bestaan uijt vaatgens, maar mijne glasen en konde [a]) die tot mijn genoegen, niet klaar genoeg ontdekken [58]). Dog ik sag seer klaar, dat soo danige menbrane om wonde was van een kleijn vaatge, welk vaatge seer onderscheijdelijk te bekennen was, om dat het geseijde vaatge in der selver omwindinge, de gantsche verhaalde menbrane niet en bedekte, maar het selvige lag, soo wijt van een, als het vaatge dik was. Welke

---

[a]) A: glasen konde

[53]) Onder de *Abele* verstond men in L.'s tijd in de Nederlanden *Populus alba* L., terwijl met de *Populier* werd bedoeld *Populus nigra* L. Men kende toen al meerdere soorten van *Willigen* (*Salix*) (J. Commelin 1689: *Catalogus Plantarum Horti Medici Amstelodamensis* ..., blz. 287, resp. 309-311).

[54]) *in wijte uijtsteken*, wijder zijn.

L. zoekt verschillende soorten hout uit, waarvan de stam snel in dikte toeneemt en het hout grofporig is. [Ka.]

[55]) *voor desen*, vroeger.

L. behandelde de bouw van vele soorten hout in de Brieven 2, van 15 augustus 1673, *Alle de Brieven*, Dl. 1, blz. 46-48; 22 [15], van 21 april 1676, *idem*, Dl. 2, blz. 4-12; 23 [16], van 29 mei 1676, *idem*, Dl. 2, blz. 24-36; 54 [29], van 12 januari 1680, *idem*, Dl. 3, blz. 150-180; en 94 [52] van 10 juli 1686, *idem*, Dl. 6, blz. 126-168. Over lindehout heeft hij echter nog niet geschreven.

[56]) In de loop der jaren heeft L. enkele malen zijn terminologie gewijzigd: in Brief 2, van 15 augustus 1673, *Alle de Brieven*, Dl. 1, blz. 46-52, noemde hij de houtstralen *bandekens* en de verticale structuren *pijpjens*; in Brief 22 [15], van 21 april 1676, *idem*, Dl. 2, blz. 4-12, noemde hij de houtstralen *vaten* en de verticale structuren *pijpjens* of *vaten*; in de Brieven 23 [16], van 29 mei 1676, *idem*, Dl. 2, blz. 24-36, en 54 [29], van 12 januari 1680, *idem*, Dl. 3, blz. 150-180, noemde hij de horizontale en verticale structuren uitsluitend *vaaten*; in Brief 90 [49], van 2 april 1686, *idem*, Dl. 6, blz. 28, duidde hij de houtstralen nog aan met *vaaten*; in Brief 94 [52], van 10 juli 1686, *idem*, Dl. 6, blz. 128-132, 148-150, 156-168, worden echter bij het bespreken van de horizontale en verticale structuren de termen *pijpjens* en *vaten* door elkaar gebruikt.

Ongeacht de wisselende terminologie schreef L. in deze brieven zowel aan de horizontale als aan de verticale structuren steeds de functie van vochttransport toe.

Het is opvallend, dat L. in deze brief van 1692 zijn vroegere, verwarrende terminologie gewijzigd heeft en een scherp onderscheid maakt tussen *pijpjens* en *vaatgens*.

[57]) *mij ... in beelde*, mij voorstelde.

[58]) *tot mijn genoegen*, tot mijn tevredenheid. Deze bepaling heeft hier betrekking op *niet klaar genoeg*: niet voldoende duidelijk, niet zo, dat ik er tevreden over was.

ontdekken, zichtbaar maken.

not perhaps be made of two different kinds of very small vessels, to wit little vessels running in the longitudinal direction of a Wood-pipe, and other very small vessels running along the circumference of a Wood-pipe, just as I said before that the quills of birds are made, in order to give strength to each Wood-pipe by such a structure.

I then again examined, to the best of my ability, the wood of Abeles, Poplars, Willows, Firs, and also Pines [25]), not only because these trees, more than many other Trees, increase in thickness, but also because the Wood-pipes of which this Wood consists are wider [26]).

On an earlier occasion [27]) I saw that in the Wood of some Trees and in other plants, and especially in Lime-Wood, there were pipes (which at that time I took to be vessels [28]), the innermost structure of which was a very thin transparent pellicle or membrane, which I imagined to consist of little vessels, but my glasses could not show them plainly enough to satisfy me. But I saw very plainly that round this membrane was wound a small vessel, which could be perceived very distinctly, because the said vessel, as it was wound around the membrane, did not cover it altogether, but the coils lay apart the thickness

---

[25]) In L.'s time the name *Abele* (abele) was used in the Netherlands for *Populus alba* L., while the name *Populier* (poplar) was reserved for *Populus nigra* L. Several species of *Willigen* (willows: *Salix*) were already known at the time (J. Commelin 1689: *Catalogus Plantarum Horti Medici Amstelodamensis* ..., pp. 287 and 309-311 respectively).

[26]) L. selects several kinds of trees of which the trunk rapidly increases in thickness and the wood has large pores. [Ka.]

[27]) L. treated the structure of many kinds of wood in Letters 2, of 15 August 1673, *Collected Letters*, Vol. 1, pp. 47-49; 22 [15], of 21 April 1676, *ibid.*, Vol. 2, pp. 5-13; 23 [16], of 29 May 1676, *ibid.*, Vol. 2, pp. 25-37; 54 [29], of 12 January 1680, *ibid.*, Vol. 3, pp. 151-181; and 94 [52], of 10 July 1686, *ibid.*, Vol. 6, pp. 127-169. However, he had not yet written about lime-wood.

[28]) In the course of time L. altered his terminology several times: in Letter 2, of 15 August 1673, *Collected Letters*, Vol. 1, pp. 47-53, he called the rays *bandekens* (tiny bands) and the vertical structures *pijpjens* (little pipes); in Letter 22 [15], of 21 April 1676, *ibid.*, Vol. 2, pp. 5-13, he called the rays *vaten* (vessels) and the vertical structures *pijpjens* (pipes) or *vaten* (vessels); in the Letters 23 [16], of 29 May 1676, *ibid.*, Vol. 2, pp. 25-37, and 54 [29], of 12 January 1680, *ibid.*, Vol. 3, pp. 151-181, he called the horizontal and vertical structures exclusively *vaaten* (vessels); in Letter 90 [49], of 2 April 1686, *ibid.*, Vol. 6, p. 29, he still referred to the rays by the term *vaaten* (vessels), but in Letter 94 [52], of 10 July 1686, *ibid.*, Vol. 6, pp. 129-133, 149-151, and 157-169, when discussing the horizontal and vertical structures, he uses the terms *pijpjens* (little pipes) and *vaten* (vessels) indiscriminately.

Regardless of the varying terminology, L. in these letters always attributed the function of conduction of saps to the horizontal as well as the vertical structures.

It is striking that in this letter of 1692 L. has gone back on his earlier confusing terminology and sharply distinguishes between *pijpjens* (little pipes) and *vaatgens* (little vessels).

omwindinge van het geseijde vaatge seer na over een komt, met de lugt-pijpen inde longe der Dieren [59]).

Na dat ik dan al veel maal het verhaalde Hout, en voornamentlijk het Vuijeren Hout, hadde geexamineert, heb ik eijntelijk gesien, dat in het ontstukken schueren vande groote Hout-pijpjens, waar uijt voor het merendeel het Hout bestaat, eenige weijnige met kartels of tants gewijse quamen te breeken [60]), ende dat ik daar benevens mij in beelde [57]) te sien, dat soo een ontstukken geschuert Hout-pijpje, te gelijk [61]) bestond uijt regt op gaande vaatgens, welke regt op gaande vaatgens niet de gantsche menbrane door liepen, maar die lagen aan de een ofte de ander sijde van een Hout-pijpje [62]). Waar uijt ik een besluijt maakte, dat schoon wij de vaatgens die inde ronte, en ook inde lengte, van ijder Hout-pijpje loopen, niet doorgaans [63]) om haar kleijnte, en in alle Hout konnen bekennen [64]), dat die egter van diergelijke maaksel moeten sijn, als de schagten van het gevogelte, om insgelijks ijder Hout-pijpje sijn starkte en stijfte te geven [65]).

---

[59]) L. veronderstelt, in analogie met de *vaatgens* in de wand van de centrale as van de vogelveer, dat in de *menbrane (die ik mij wel in beelde te bestaan uijt vaatgens)* kleine *vaatgens* moeten lopen, die hij hier echter niet heeft waargenomen. Daarentegen heeft hij wel een *menbrane om wonde ... van een kleijn vaatge* (spiraalvormige wandverdikkingen) gezien. Deze zijn niet hol, zoals L. veronderstelt, maar massief. De waarneming, dat de wand omwonden zou zijn, is niet juist, omdat het hier gaat om verdikkingen aan de binnenzijde van de wand. [Ka.],

Deze wandverdikkingen beschreef L. reeds in zijn Brief 23 [16], van 29 mei 1676, *Alle de Brieven*, Dl. 2, blz. 26, waar hij ze *draeijende vesels* noemde. In Brief 54 [29], van 12 januari 1680, *idem*, Dl. 3, blz. 166, beschreef hij ze in iepehout en noemde ze toen *slangs gewijse draatgens*.

Uit de oppervlakkige overeenkomst tussen spiraalvaten en tracheeën trok Malpighi in zijn *Idea Anatomes Plantarum* (1675) voor het eerst de conclusie, dat er ook een overeenkomst in functie zou kunnen zijn (M. Möbius 1901: *Marcellus Malpighi. Die Anatomie der Pflanzen*, blz. 7, 22-23). Deze veronderstelling werd door Grew overgenomen in *The Anatomy of Roots*, 1673 (ook opgenomen in *The Anatomy of Plants*, 1682, blz. 73, 88-96). In zijn Brief 23 [16], van 29 mei 1676, *Alle de Brieven*, Dl. 2, blz. 26, merkte L. terecht op, dat *vaten die van draeijende vesels sijn te samen geseth* (spiraalvaten) in het hout betrekkelijk zeldzaam zijn en vaker voorkomen in kruidachtige gewassen dan in bomen, daarmee in wezen het fundament aan Grew's theorie over luchttransport in de planten ontnemend.

Hoewel het niet zeker is, of L. de werken van Malpighi en Grew gelezen heeft, schijnt het slot van de alinea in deze brief van 1692 de mogelijkheid open te laten, dat hij de opvatting van Malpighi niet zonder meer verwerpt en op grond van dezelfde analogieredenering wel degelijk de mogelijkheid heeft overwogen, dat de spiraalvaten dienen voor het transport van lucht.

fig. XIII. [60]) Uit *Fig: 5* blijkt, dat het hier in werkelijkheid gaat om de vrijgekomen uiteinden van de vezelvormige elementen, de tracheïden, waaruit het vaatloze coniferenhout is opgebouwd. [Ka.]

[61]) *te gelijk*, dit heeft betrekking op de in de vorige alinea genoemde *menbrane*: samen met de *regt op gaande vaatgens* vormt deze het *Hout-pijpje*.

[62]) L. ziet hier de dikte van de overlangs lopende celwand van de tracheïden. [Ka.]

[63]) *doorgaans*, altijd.

[64]) *bekennen*, waarnemen.

[65]) Op blz. 74 heeft L. reeds beschreven, dat de karteling ontstaat bij het splijten van de spoel van een vogelveer als gevolg van de structuur van de spoelwand. Deze wand zou volgens hem uit overlangs lopende en rondlopende *vaatgens* bestaan. In analogie hiermee neemt L. nu aan, dat de karteling van de *Hout-pijpjens* wijst op een overeenkomstige structuur van de *menbrane* van de *Hout-pijpjens*. L. geeft daarbij zelf toe, dat hij de *regt opgaande vaatgens* en de rondlopende *vaatgens* om *haar kleijnte* niet altijd en niet in iedere houtsoort heeft gezien, maar dat zij er moeten zijn. [Ka.]

of the little vessel. The way in which the said little vessel is wound around the membrane very closely resembles the windpipes in the lungs of Animals [29]).

After having already frequently examined the said Wood, and especially Fir-wood, I saw at last that when the large Wood-pipes of which Wood largely consists were torn to pieces, a few of them broke in crenellations [30]), while I also thought I saw that such a broken Wood-pipe consisted of vertical little vessels, which did not pass through the whole of the membrane, but lay on either one or the other side of a Wood-pipe [31]). From this I concluded that, although we cannot always, because of their smallness, perceive the little vessels running along the circumference and also in the longitudinal direction of each Wood-pipe in all Woods, they must nevertheless be of a similar structure to that of the quills of birds, so as to give each Wood-pipe, in the same way, its strength and stiffness [32]).

---

[29]) L. assumes that, on the analogy of the *little vessels* in the wall of the central axis of a bird's feather, there must be small *vessels* in the *membrane (which I imagined to consist of little vessels)*, but which he has not perceived. On the other hand he did see a *membrane* round which *was wound a small vessel* (spiral thickenings of the wall). These are not hollow, as L. assumes, but solid. The observation that the wall is surrounded by coils is not correct, because what L. observed are thickenings on the inside of the wall. [Ka.]

These thickenings of the wall were already described by L. in his Letter 23 [16], of 29 May 1676, *Collected Letters*, Vol. 2, p. 27, where he called them *draeijende vesels* (twisted fibres). In Letter 54 [29], of 12 January 1680, *ibid.*, Vol. 3, p. 167, he described them in elm-wood and then called them *slangs gewijse draatgens* (serpentine threads).

From the superficial resemblance between spiral vessels and tracheae MALPIGHI in his *Idea Anatomes Plantarum* (1675) for the first time drew the conclusion that there might also be a resemblance in function (M. MÖBIUS 1901: *Marcellus Malpighi. Die Anatomie der Pflanzen*, pp. 7 and 22-23). This assumption was borrowed by GREW in *The Anatomy of Roots*, 1673 (also included in *The Anatomy of Plants*, 1682, pp. 73 and 88-96). In his Letter 23 [16], of 29 May 1676, *Collected Letters*, Vol. 2, p. 27, L. rightly observed that *vaten die van draeijende vesels sijn te samen geseth* (vessels [which] are composed of twisted threads: spiral vessels) are comparatively rare in wood and are found more frequently in herbaceous plants than in trees, thus essentially depriving GREW's theory on air conduction in plants of its foundation.

Although it is not certain whether L. had read the works of MALPIGHI and GREW, the end of the paragraph in this letter of 1692 seems to leave open the possibility that he does not at once reject MALPIGHI's view and that, on the basis of the same analogy argument, he actually considered it possible that the spiral vessels may serve for the conduction of air.

[30]) From *Fig. 5* it appears that L. is actually referring to the detached ends of the fibrous elements, the tracheids, of which the wood of conifers, which does not contain vessels, is composed. [Ka.] *fig. XIII.*

[31]) L. here sees the thickness of the longitudinal cell wall of the tracheids. [Ka.]

[32]) On p. 75 L. has already described that the crenellations are formed as the quill of a bird's feather is split, in consequence of the structure of the wall of the quill. According to him this wall consists of longitudinal and circular *little vessels*. On the analogy of this, L. now assumes that the crenellations of the *Wood-pipes* suggest a similar structure of the *membranes* of the *Wood-pipes*. L. admits, however, that because of *their smallness* he has not always seen the *vertical vessels* and the circular *vessels* in every kind of wood, but that they must be there. [Ka.]

Dese mijne ontdekkingen [66]) ontrent de hoe kleijnheijt, of dunte vande vaatgens, waar uijt een Hout-pijpje bestaat, sullen veele niet konnen aan nemen, om dat sij niet en konnen begrijpen, dat niet alleen door de selvige om haar dunte eenig sap of vogt sal konnen gaan, maar dat meer is, dat door de op gaande vaatgens, soo danige wasdom ofte voort stootinge van sappen moet geschieden, dat dese vaatgens haar begin inde wortel hebbende, in soo een lengte toe nemen, tot in het eijnde vande hoogste takken.

Maar soo weijnig als wij konnen begrijpen, de hoe grootheijt oft uijt gestrektheijt, van het Geheel Al, soo weijnig konnen wij begrijpen de hoe kleijnheijt, der vaaten en deelen, waar uijt niet alleen, de Dieren en Gewassen sijn te samen gestelt, en waar door de sappen gestooten werden, en ook nog minder hoe dat de deelen te samen gestelt werden, waar door den eenen van den anderen voort komt [67]).

Ik hebbe weder op nieuw, een stuk van een sparre, anders geseijt, een jonge greijne boom, die boven andere seer schielijk in wasdom was toe genomen, laten af hakken, ende daar van een kleijn gedeelte voor het vergrootglas gestelt, ende dat den Plaat-snijder in handen [a]) gegeven, om het selvige soo veel na te volgen, als het hem doenlijk was.

fig. XIII. Fig: 5. ABCDEFGHIKL. vertoont een kleijn stukje van het voor verhaalde Hout [68]), dat bij mij soo dun in lengte [b]) is gekklooft, als het mij doenlijk was, en door welkers dunte seer klaar voor de oogen komt [c]), de menigvuldige globule die inde Hout-pijpjens leggen, welke globule seer aardig om te be-

---

[a]) A: de handen [b]) A: de lengte [c]) A: komen

[66]) Het gebruik van het woord *ontdekkingen* geeft aan, hoezeer L. hier in de ban is geraakt van zijn eigen analogieredeneringen. Hoewel hij in het algemeen de waarneming en de gedachtenconstructie zo goed uiteen weet te houden, gebruikt hij hier het woord *ontdekkingen*, waar het woord „speculatiën" beter op zijn plaats geweest zou zijn.

[67]) L. neemt aan, dat de sapstroom plaats heeft in doorlopende buizen, *haar begin inde wortel hebbende ... tot in het eijnde van de hoogste takken.* [Ka.]

In de Brieven 2, van 15 augustus 1673, *Alle de Brieven*, Dl. 1, blz. 48-52; 54 [29], van 12 januari 1680, *idem*, Dl. 3, blz. 154-156, 160-162, 180; en 94 [52], van 10 juli 1686, *idem*, Dl. 6, blz. 132, was L. steeds de mening toegedaan, dat de houtvaten (en soortgelijke elementen) dienden voor het vochttransport. Nu, in deze brief van 1692, heeft hij die mening verlaten en denkt hij, dat het vochttransport plaats heeft door de *vaatgens* in de membranen van de *Hout-pijpjens*. Al eerder, op blz. 80-82, nam hij aan, dat deze *vaatgens* ook stevigheid aan de *menbrane* zouden verlenen.

[68]) De verwarring van *Vuijeren* en *Greijnen Hout* (zie blz. 82) en van *sparre* en *jonge greijne boom* (zie voorgaande alinea) maken de tekst over de anatomie van het coniferenhout in deze brief volkomen onduidelijk. Volgens de huidige opvattingen is vurenhout afkomstig van *Picea abies* (L.) Karst., de Spar, en grenenhout van *Pinus sylvestris* L., de Grove den. Waarschijnlijk heeft L. steeds *Picea abies* bestudeerd en wel om de volgende twee redenen:

In de eerste plaats heeft grenenhout grote tot zeer grote stippels, zgn. eiporen, op bepaalde kruisingsvelden tussen tracheïden en houtstralen aan de kant van de tracheïden en wel meestal slechts één per
afb. 12 en 13. kruisingsveld (zie afb. 12 en 13), terwijl L.'s *Fig: 5* slechts zeer kleine stippels laat zien. Bovendien
fig. XIII. worden verderop in de tekst deze *seer kleijne stipjens of punctagtige deelen* (zie blz. 92) nadrukkelijk vermeld. Dit wijst op vurenhout, dat zeer kleine halve hofstippels in wisselende aantallen per kruisingsveld
fig. XIII. bezit. Voor het bepalen van het aantal stippels per kruisingsveld is *Fig: 5* echter niet toereikend. Het lijkt of er één stippel per veld is.

In de tweede plaats komen bij grenenhout in de houtstralen twee duidelijk verschillende celtypen voor: houtstraaltracheïden en houtstraalparenchymcellen; bij vurenhout zijn de onderlinge verschillen veel
fig. XIII. kleiner. In *Fig: 5* beeldt L. alle houtstralen op gelijke wijze af. Dit wijst eveneens op vurenhout. [Ka.]

Many people will not be able to accept my discoveries [33]) concerning the smallness or narrowness of the little vessels of which a Wood-pipe consists, since they cannot understand that some sap or fluid can pass through them, because they are so thin, but what is more, that by means of the vertical vessels such growth or propulsion of saps must take place, and that these little vessels, which begin in the root, become so long that they reach the end of the highest branches.

But as little as we can understand the magnitude or vastness of the Universe, so little can we grasp the smallness of the vessels and parts of which Animals and Plants are not only composed, but also through which the saps are propelled, but even less so how the parts are composed, so that one is produced from the other [34]).

I once again caused a piece of a fir, or in other words a young pine, to be chopped off, which had grown much faster than others, and I placed a small part of it before the magnifying glass and handed it to the Engraver, to draw it as well as he could.

Fig. 5. ABCDEFGHIKL shows a small piece of the aforesaid Wood [35]), which I had cleft lengthwise as thinly as I could; owing to its thinness one can see very plainly the numerous globules lying in the Wood-pipes, which globules *fig. XIII.*

---

[33]) The use of the word *discoveries* indicates how much L. has become spellbound by his own analogy arguments. Although as a rule he manages very well to keep apart observations and constructions, he here uses the word *discoveries* where the word „theories" would have been more appropriate.

[34]) L. assumes that the sap flows through continuous tubes, *which begin in the root* ... and *reach the end of the highest branches.* [Ka.]

In the Letters 2, of 15 August 1673, *Collected Letters*, Vol. 1, pp. 49-53; 54 [29], of 12 January 1680, *ibid.*, Vol. 3, pp. 155-157, 161-163, and 181; and 94 [52], of 10 July 1686, *ibid.*, Vol. 6, p. 133, L. had always held that the wood-pipes (and similar elements) served for the conduction of saps Now, in this letter of 1692, he has abandoned this view and believes that the conduction of saps takes place through the *vessels* in the membranes of the *wood-pipes*. Previously, on p. 81-83, he already assumed that these *vessels* also give strength to the *membranes*.

[35]) The confusion of *Vuijeren* and *Greijnen Hout* (fir-wood and pine-wood) (see p. 83), and of *sparre* (fir) and *jonge greijne boom* (young pine) (see preceding paragraph) renders the text on the anatomy of the wood of conifers in this letter quite obscure. According to present-day views fir-wood originates from *Picea abies* (L.) Karst., the fir, and pine-wood from *Pinus sylvestris* L., the Scotch pine. Probably L. always studied *Picea abies*, for the two following reasons:

In the first place pine-wood has large to very large pits, so-called fenestriform pits, in certain cross-fields between tracheids and rays on the side of the tracheids, as a rule only one in each such cross-field (see Ills 12 and 13), whilst L.'s *Fig. 5* shows only very small pits. Moreover, later on in the text these *very small dots or point-like particles* (see p. 93) are expressly mentioned. This suggests fir-wood, which has very small half-bordered pit pairs in numbers varying in each cross-field. For the determination of the number of pits in each cross-field, however, *Fig. 5* is not adequate. It would appear as if there were one pit in each field. *ills 12 and 13.* *fig. XIII.* *fig. XIII.*

In the second place in the rays of pine-wood there are cells of two clearly different types: ray tracheids and ray parenchyma cells; in fir-wood the differences are much smaller. In *Fig. 5* L. depicts all the rays in the same way. This also suggests fir-wood. [Ka.] *fig. XIII.*

schouwen sijn, niet alleen om der selver nette [69]) ronde figuur, maar ook om dat in ijder globule een helder ligt [a]) plekje word gesien.

Dit stukje Hout heb ik ook boven andere uijt gekosen, eens deels om dat men het selden soo lang en dun kan kloven, dat [70]) de op gaande Hout-pijpjens dus lang sonder hinder, van andere die daar tegen aan leggen, anders geseijt, de horisontale Hout-pijpjens [71]), kan bekennen. Ten anderen om dat men seer selden, soo veel globulen inde Hout-pijpjens bij een siet.

Dese globule beelde ik mij in [57]), is de stoffe die wij hars noemen, en welke stoffe daar uijt gebrant werdende, Pek of Teer is [72]).

Tusschen D. E. en F. werden aan gewesen, de ontstukken geschuerde of gebrooke Hout-pijpjens, die men klaar kan sien, dat niet regt inde lengte, maar eenigsints gekartelt, in der selver ronde uijt spantsels, sijn ontstukken gebrooken.

Ik hebbe den Plaat-snijder, nog twee bijsondere [52]) vergroot-glasen inde hand gegeven, om daar door af te teijkenen, soo danige Hout-pijpjens als ik
fig. XIV. hem quam aan te wijsen, als fig: 6. MN., welke vertoonen [b]), twee inde lengte ontstukken geschuerde Hout-pijpjens, die hij Plaat-snijder most seggen, dat het hem onmogelijk was, alle de gekartelde deelen, soo na te volgen [73]), als hij die quam te sien. Want niet alleen sag hij de gekartelde deelen, maar nu konde hij nevens mij [74]) sien, de seer kleijne vaatgens inde ontstukken gebrooke membrane van soo een Hout-pijpje, die hij mede om der selver kleijnheijt niet konde afbeelden.

fig. XV. Fig: 7. OP. vertoont een enkel ontstukken geschuert Hout-pijpje, daar in hij ins gelijks heeft na gevolgt, soo veel hem doenlijk was, de ontstukke gebrooke deele vande membrane, daar uijt het selvige voor het meerendeel bestaat [75]).

Sien wij nu als hier vooren is aan gewesen, dat de seer dunne membrane waar uijt de Hout pijpjens bestaan, niet in lengte, maar veel maal als tants gewijse gekartelt van een schueren, soo konnen wij ons wel in beelden [57]), dat het maaksel vande Hout-pijpjens, hoe kleijn die ook mogen wesen, met het maaksel vande schagten, ten deele over een komen [76]).

Dit verhaalde stukje Hout, is soo danig in sijn lengte geklooft, of gebrooke, dat desselfs klovinge, om soo te spreeken, door het centrum vanden boom is

---

[a]) A: helder of ligt [b]) A: vertoont

[69]) *nette ronde figuur*, mooie ronde vorm.

[70]) *dat*, lees: dat men.

[71]) De *horisontale Hout-pijpjens* zijn de houtstralen. Het moet dus een radiale doorsnede geweest zijn.

[72]) De *globule* met een *helder ligt plekje* heeft niets uitstaande met hars, maar is in werkelijkheid de
afb. 10 en 11. grote hofstippel in de tracheïden (zie afb. 10 en 11). Bovendien moet opgemerkt worden, dat L. in
fig. XIII. *Fig: 5* terecht geen hofstippels afbeeldt in de vrijgekomen uiteinden van de tracheïden, omdat zij daar niet voorkomen. [Ka.]

[73]) *na te volgen*, af te beelden, na te tekenen.

[74]) *nevens mij*, evenals ik.

fig. XIV en XV. [75]) Het is niet duidelijk, wat er in *Fig: 6* en *Fig: 7* is afgebeeld. Enerzijds zou men ook hier aan uiteinden van tracheïden kunnen denken, maar anderzijds wijst het feit, dat er nog fijnere franjeachtige structuren aanwezig zouden zijn, die te veel en/of te fijn waren voor de tekenaar om weergegeven te kunnen worden, op fragmentatie van de tracheïdewand. [Ka.]

[76]) L. vat hier nog eens samen, wat hij uitvoeriger op blz. 84 (zie aant. 65) over de karteling van de *Hout-pijpjens* heeft geschreven.

are very pleasant to look at, not only because of their perfectly round shape, but also because in each globule a clear or light spot can be seen.

I selected this small piece of Wood above others, on the one hand because one can rarely cleave it so long and thin that one can perceive the vertical Wood-pipes so long without interference from others lying against them, in other words: the horizontal Wood-pipes [36]); on the other hand because one very rarely sees so many globules together in the Wood-pipes.

I imagined these globules are the substance which we call resin, the substance which is burnt out of it being Pitch or Tar [37]).

Between D, E, and F are shown the torn-up or broken Wood-pipes, which, as can be plainly seen, have not been broken to pieces along a straight line longitudinally, but somewhat with crenellations on their circumference.

I handed the Engraver again two different magnifying glasses, for him to draw through them those Wood-pipes I should point out to him, as M and N in Fig. 6, which show two Wood-pipes torn to pieces lengthwise, in which case *fig. XIV.* the Engraver was obliged to say he could not possibly draw all the crenellations as he saw them. For not only did he see the notched parts, but he could now see, along with me, the very small vessels in the broken membrane of such a Wood-pipe, which, because of their smallness, he could not draw either.

Fig. 7. OP shows a single torn Wood-pipe, in which he has likewise drawn *fig. XV.* as far as he could the broken parts of the membrane of which it largely consists [38]).

Since we now see, as pointed out before, that the very thin membranes of which the Wood-pipes consist are not torn up longitudinally, but often as it were in toothlike crenellations, we can imagine that the structure of the Wood-pipes, however small they may be, partly resembles the structure of quills [39]).

The said piece of Wood has been cleft or broken longitudinally in such a

---

[36]) The *horizontal Wood-pipes* are the rays. It must therefore have been a radial section.

[37]) The *globule* with a *clear or light spot* has nothing to do with resin, but is in reality the large bordered pit in the tracheids (see ills 10 and 11) *ills 10 and 11.* In addition it is to be noted that in *Fig. 5* L. rightly shows no bordered pits in the detached ends of the tracheids, because they do not occur there. [Ka.] *fig. XIII.*

[38]) It is not clear what is depicted in *Fig. 6* and *Fig. 7.* On the one hand one might think here *figs XIV and XV.* again of ends of tracheids, but on the other hand the fact that even finer fringed structures were present, which were too numerous and/or too fine for the draughtsman to draw them suggests fragmentation of the wall of the tracheid. [Ka.]

[39]) Here L. summarizes once more his more detailed description on p. 85 (see note 32) of the crenellations of the *Wood-pipes.*

gegaan, met die insigte [77]), om door soo danige kloovinge te gelijk ook de Hout-pijpjens, die horisontaal in alle Hout loopen, hier mede in haar lengte van een te klooven, om die te gelijk, in het selfde stukje Hout te konnen aan wijsen [78]).

fig. XIII. Fig: 5. tusschen KI. ende HG. werden de over lengte ontstukken gekloofde Horisontale Hout-pijpjens aan gewesen. Dese Hout-pijpjens loopen in soo een groote [a]) menigte door het Hout, schoon deselvige maar eene rije dikte bij den anderen [12]) leggen, en op de eene plaats siet men 6. 7. 8. en ook wel 12. vaatgens bij, of boven den anderen leggen, en selden siet men de op gaande Hout-pijpjens, vande horisontale Hout-pijpjens soo verre ontbloot, als deselvige van G. tot F. ontbloot sijn, schoon de lengte van G tot F. maar de axe van een grof sand [79]) kan bereijken.

Ik hebbe veel maal mijn gedagten laten gaan, op de horisontale Hout-pijpjens (die ik voor desen vaaten hebbe genoemt) namentlijk, op wat wijse die mogten groot gemaakt werden, en ten anderen, gemaakt [b]) sijnde, hoe die van een continuele voetsame stoffe mogten versien werden, te meer, om dat het bij mij vast stond, dat door toevoeringe van dese vaaten, alle jaren een nieuw basje, om het jaarlijkse [c]) nieuw gemaakte Hout wierd gemaakt, gelijk ik voor desen hebbe geseijt, schoon ik mij wel quam in te beelden [57]), dat in het begin vande Hout makinge, dese horisontale vaaten, haar eerste maaksels uijt de pit [80]) vanden boom, voortquamen, ende dat dese seer weijnig sijnde, de andere uijt de op gaande Hout-pijpjens mosten voortkomen [81]).

---

[a]) A: in een over groote [b]) A: groot gemaakt. In het hs. schijnt het woord „groot” doorgestreept te zijn, maar doordat de inkt is uitgevloeid, is het onmogelijk uit te maken, wat L. heeft bedoeld. [c]) A: jaarlyks

[77]) *met die insigte*, met de bedoeling.

[78]) Uit L.'s beschrijving blijkt duidelijk, dat door de door hem uitgevoerde *klovinge* een radiaal splijtvlak bestudeerd kan worden, waarin de radiaal verlopende houtstralen over hun gehele lengte (in radiale zin dus) te zien zijn. [Ka.]

[79]) Een *grof sand* heeft een diameter van ongeveer 870 μ. Een meting van de radiale diameter van *fig. XIII.* de tracheïden in *Fig: 5* aan de hand van de afstand *GF.* die *de axe van een grof sand kan bereijken*, geeft echter een uitkomst die zowel voor het vurenhout als voor het relatief grofdradige grenenhout belangrijk te hoog ligt. [Ka.]

[80]) *pit*, merg.

[81]) L. geeft hier een samenvatting van de problemen, waarvoor de vorming en de functie van de houtstralen en de secondaire diktegroei van het hout hem in voorgaande jaren gesteld hadden.

Reeds in Brief 22 [15], van 21 april 1676, *Alle de Brieven*, Dl. 2, blz. 8-10, had bij hem de mening postgevat, dat wat wij thans de primaire houtstralen noemen uit het merg zouden voortkomen en dat wat wij de secondaire houtstralen noemen uit de *op gaande Hout-pijpjens* zouden ontstaan. In Brief 54 [29], van 12 januari 1680, *idem*, Dl. 3, blz. 156, 160-162 en 166, stelde L., dat zich in de houtstralen *klapvliezen* (celwanden van het houtstraalparenchym) bevinden en dat de *op gaande Hout-pijpjens* de houtstralen van sap zouden voorzien. Vervolgens berekende hij de sapdruk, die de houtstralen tegen de bast zouden moeten ontwikkelen om ruimte voor de diktegroei te scheppen. Tenslotte verkondigde hij in Brief 90 [49], van 2 april 1686, *idem*, Dl. 6, blz. 28-32, de mening, dat de nieuwe bast jaarlijks uit de houtstralen zelf gevormd zou worden.

way that the cleavage, so to speak, passed through the centre of the tree, in order that it might thus be possible at the same time to cleave longitudinally the Wood-pipes running horizontally in all Trees, so that they can also be pointed out in the same piece of Wood [40]).

Fig. 5. Between KI and HG are shown the Horizontal Wood-pipes cleft to pieces longitudinally. These Wood-pipes run in large numbers through the Wood, although they lie together only one row thick; and in one place one can see 6, 7, 8, and sometimes even 12 little vessels lying near or upon each other, and one rarely sees the vertical Wood-pipes bared so far by the horizontal Wood-pipes that they are uncovered from G to F, although the distance from G to F can only reach the length of the diameter of a grain of coarse sand [41]). *fig. XIII.*

I have frequently thought about the horizontal Wood-pipes (which I previously called vessels), namely, in what way they may have grown; and on the other hand, once they had grown, how they could be supplied continually with a nutritive substance, the more so because I was convinced that, by its supply through these vessels, a new bark was produced every year around the annually produced new Wood, as I have said before, although I imagined that, when the Wood was first produced, the first structure of these horizontal vessels originated from the pith [42]) of the tree, and that, because there were very few of them, the rest would have to come from the vertical Wood-pipes [43])

---

[40]) From L.'s description it is quite clear that in consequence of the *cleavage* produced by him a radial cleavage plane can be studied in which the radial rays are visible along their entire length *(i.e.* in the radial sense). [Ka.]

[41]) A *grain of coarse sand* has a diameter of about 870 μ. A measurement of the radial diameter of the tracheids in *Fig. 5* by reference to the distance *GF* which *can reach the length of the diameter of a grain of coarse sand,* however, gives a result which is considerably too high both for fir-wood and for the relatively coarse-grained pine-wood. [Ka.] *fig. XIII.*

[42]) *pith,* medulla.

[43]) Here L. gives a summary of the problems which the formation and the function of the rays and the secondary growth in thickness of wood had confronted him with in previous years.

Already in Letter 22 [15], of 21 April 1676, *Collected Letters*, Vol. 2, pp. 9-11, he had become convinced that the primary rays as we now call them originate from the pith and the secondary rays from the *vertical Wood-pipes.* In Letter 54 [29] of 12 January 1680, *ibid.*, Vol. 3, pp. 157, 161-163, and 167, L. stated that there are *klapvliezen* (valves: cell walls of the ray parenchyma) in the rays and that the *vertical Wood-pipes* supply the rays with sap. He subsequently calculated the sap pressure which the rays would have to exert against the bark to create space for the growth in thickness. Finally, in Letter 90 [49], of 2 April 1686, *ibid.*, Vol. 6, pp. 29-33, he put forward his view that the new bark was formed annually from the rays themselves.

Hoe veel observatien ik tot dit ondersoek te weeg hadde gebragt, soo en hebbe ik mijn selven niet konnen voldoen, als [82]) nu in mijn laaste observatien, wanneer ik quam te sien, dat die seer kleijne stipjens of punctagtige deelen, die ik op veel plaatsen inde op gaande Hout-pijpjens hadde ontdekt, ende die ik voor globule hadde aan gesien, inder daat geen stipjens, maar dat het waarlijk kleijne ronde openingen waren [83]).

Alsoo ik nu op geen andere plaatsen inde op gaande Hout-pijpjens, dese geseijde kleijne openingen en ontdekten, als daar ik de horisontale Hout-pijpjens, van de op gaande Hout-pijpjens hadde af, ofte ontstukken geschuert, *fig. XIII.* als hier fig: 5. tusschen BC. ende GH. werden aan gewesen. Dit siende stelde ik vast [84]), dat dit de kleijne openingen waren, waar door niet alleen, de horisontale Hout-pijpjens aan de op gaande Hout-pijpjens, mogten sijn vereenigt, maar ik heb ook in gedagten genomen, of de op gaande Hout-pijpjens niet veele [85]) wel lugt vaaten mogten sijn, ende dat dese op gaande Hout-pijpjens te gelijk lugt en voetsame stoffe, aan de Horisontale Hout-pijpjens, soo danig souden verschaffen, waar door niet alleen de Horisontale Hout-pijpjens, in lengte mogten toe nemen, maar te gelijk ook in eenige vaatgens vande selvige die stoffe toe brengen, waar door als hier vooren geseijt, jaarlijks een nieuw basje om het Hout gemaakt werd [86]).

Met dit maaksel vande op gaande Hout-pijpjens, als hier vooren is geseijt, en konde ik mijn selven ten genoegen niet voldoen [87]), om dat ik mij in beelde [57]) dat de seer dunne vaatgens, waar uijt de menbrane vande Hout-pijpjens bestaan, geen genoegsame stoffe soude konnen op voeren, waar door niet alleen

---

Hoewel L. niet bekend was met het bestaan van het cambium, en dus ook niet met de bouw en de werkingswijze ervan (deze kennis dateert van veel later), formuleert hij in deze brief van 1692 de zeer interessante gedachte om de herkomst van de secondaire houtstralen te zoeken in de longitudinaal verlopende houtelementen. Immers, de werkelijke situatie is, dat de initialen van de secondaire houtstralen ontstaan door opsplitsing van fusiforme, d.z. de longitudinaal verlopende initialen, van het cambium. Dit is volgens hetzelfde principe, als waaraan L. denkt, maar dan gelocaliseerd in het cambium en niet in het hout. [Ka.]

[82]) *hebbe ik mijn selven niet konnen voldoen, als* . . ., heb ik mij niet tevreden kunnen stellen, behalve . . .

[83]) Aanvankelijk zag L. alle *stipjens of punctagtige deelen* voor *globulen* aan. Thans meent hij, dat de *stipjens*, die hij waarneemt op de plaatsen, waar *horisontale Hout-pijpjens* en *op gaande Hout-pijpjens* aan elkaar grenzen (volgens de huidige begrippen de halve hofstippels tussen tracheïden en houtstraalcellen), kleine ronde openingen zijn. Dit impliceert tevens, dat hij de grote hofstippels in de tracheïden, *fig. XIII.* zoals aangegeven boven de lijn *CG* in zijn *Fig: 5*, als *globulen* blijft beschouwen; zie ook aant. 68 en 72. [Ka.]

Malpighi, die in 1679 in zijn *Anatome Plantarum* voor het eerst een korte beschrijving van de hofstippels publiceerde, noemde ze *tumores*, gezwellen (M. Möbius 1901: *Marcellus Malpighi. Die Anatomie der Pflanzen*, blz. 32).

[84]) Deze zin vormt één geheel met de vorige, die door de aanhef: *Dit siende* als het ware gerecapituleerd wordt.

stelde ik vast, nam ik als vaststaand feit aan; C heeft: *statui*.

[85]) Men leze: „of niet veele van de op gaande Hout-pijpjens".

[86]) L. veronderstelt dus, dat de halve hofstippels op de kruigsingsvelden doorboord zijn, zodat de horizontale en verticale houtelementen met elkaar in open verbinding zouden staan en zodoende een samenhangend transportsysteem zouden vormen. Voor het eerst in zijn studies in de houtanatomie oppert L. hier de veronderstelling, dat de verticale houtelementen behalve vocht *(voetsame stoffe)* ook lucht zouden transporteren; vgl. aant. 59.

[87]) *konde ik mijn selven ten genoegen niet voldoen*, kon ik de zaak niet tot mijn tevredenheid verklaren.

However many observations I made for this investigation, I was unable to satisfy myself, except in my latest observations, when I saw that those very small dots or point-like particles which I had discovered in many places in the vertical Wood-pipes and which I had taken to be globules in actual fact were not dots, but in reality were small round holes [44].

Now since I did not discover the said small holes in any other places in the vertical Wood-pipes, except where I had torn off or broken to pieces the horizontal Wood-pipes from the vertical Wood-pipes, as is shown here in Fig. 5 between BC and GH, on seeing this, I concluded not only that these *fig. XIII.* were the small holes through which the horizontal Wood-pipes may be connected with the vertical Wood-pipes, but I also considered whether many of the vertical Wood-pipes may not be air-vessels, and these vertical Wood-pipes may not supply at the same time air and nutritive substance to the Horizontal Wood-pipes, in consequence of which the Horizontal Wood-pipes would not only increase in length, but at the same time supply, in some of their small vessels, the substance by which, as said before, a new bark is produced around the Wood every year [45].

I could not explain this aforesaid structure of the vertical Wood-pipes to my satisfaction, because I thought that the very thin vessels of which the membranes of the Wood-pipes consist could not conduct upwards sufficient

---

Although L. was not acquainted with the existence of cambium, and accordingly not with its structure and its function (a knowledge which was gained at a much later date), in this letter of 1692 he formulates the very interesting idea of seeking the origin of the secondary rays in the longitudinal elements of the wood. Indeed, the real situation is that the initials of the secondary rays are formed by division of fusiform *(i.e.* longitudinal) initials of the cambium. This is in accordance with the same principle as that which L. had in mind, but it is now localized in the cambium instead of the wood. [Ka.]

[44]) At first L. took all *small spots or point-like particles* to be *globules.* He now thinks that the *dots* which he observes in those places where *horizontal Wood-pipes* and *vertical Wood-pipes* adjoin each other (according to present-day notions: the half-bordered pit pairs between tracheids and ray cells) are small round holes. This implies at the same time that he continues to regard the large bordered pits in the tracheids, as shown above the line *CG* in his *Fig. 5,* as *globules;* see also notes 35 and 37. [Ka.] *fig. XIII.*

Malpighi, who in 1679, in his *Anatome Plantarum,* was the first to publish a short description of the bordered pits, called them *tumores,* tumours (M. Möbius 1901: *Marcellus Malpighi. Die Anatomie der Pflanzen,* p. 32).

[45]) L. therefore assumes that the half-bordered pit pairs in the cross-fields are perforated, so that the horizontal and vertical elements of the wood are in open communication with each other, thus forming a coherent conducting system. For the first time in his studies on the anatomy of wood L. here suggests that the vertical elements of the wood, apart from sap (*nutritive substance*), may also conduct air; compare note 29.

de groot makinge vanden Boom, bladeren, en voetzame stoffe voor de vrugten, soude konnen toe voeren [88]).

Om dit verder na te spueren, bedagt ik op [89]) gewassen, schoon het geen Hout en was, die de aldergrootste opening [90]), of spontiuest [a]) waren, om was het mogelijk daar in ijets nader te sien, en dan het over te brengen tot het Hout gewas.

Bouw en structuur van de bies.

Tot welk ondersoek ik uijt koos, de Biesen, sijnde een soort van gewas, die de ondiepe gronden, van onse groote Rivieren in overvloet verschaffen. Van welke Biesen de setels van onse gemene sit-stoelen werden gemaakt, en om dat die seer open sijn, en niet ligt het water in der selver openheijt in dringt, soo maakt men der ook bruggen [b]) van, om in tijde van Oorlog, de soldaten over een water gragt te brengen [91]).

fig. XVI.

Fig: 8. ABDC. vertoont een stukje van een afgesnede Bies, het welke ik aan A. een weijnig schuijns hebbe af gesneden, op dat men der selver groote openingen, waar uijt het van binnen bestaat, soo als die in onse bloote oog te vooren komen, soude komen te sien.

Dese groote vaaten of openingen inde Biesen, sijn in haar holten door gaans [92]) met afschutsels versien, want soo het anders waar, soo souden dese Biesen, niet alleen ontstark, en veel ligter in te buijgen sijn, maar het water oude sonder dese afschutsels, in korten tijd wanneer die maar met het eene

---

[a]) A: 't spontiuest [b]) hs: brugen

[88]) Deze zin verloopt geheel. Men leze in overeenstemming met C het laatste gedeelte als volgt: waardoor niet alleen de boom en de bladeren maar ook de vruchten groot gemaakt worden; of: waardoor niet alleen de grootmakinge van de boom en de bladeren maar ook van de vruchten plaats heeft.

[89]) *bedacht ik op*, liet ik mijn gedachten gaan over.

[90]) Na *opening* leze men: hadden.

[91]) Voor nader onderzoek kiest L. de stengel of halm van *Scirpus lacustris* L., de Mattenbies. Deze bestaat voor het grootste gedeelte uit één enkel, zeer lang internodium. Van deze biezen worden nog altijd stoelzittingen gemaakt, terwijl de Genemuider matten, voor vloerbedekkingen gebruikt, ook van dit materiaal zijn vervaardigd.

afb. 14.

Voor een juist inzicht in de door L. gebruikte termen en begrippen volgt hier een korte beschrijving van de anatomie van de Mattenbies. De stengel is zeer spongieus door het voorkomen van in de lengte lopende, op dwarsdoorsnede veelhoekige „luchtkanalen", die met een bepaald type aerenchymatisch, zeer luchtig gebouwd weefsel, namelijk het actinenchym, bestaande uit stervormige cellen met grote intercellulairen, zijn gevuld. Deze „luchtkanalen" zijn in de lengte van elkaar gescheiden door weefselplaten van één cel dik en van een stevige structuur, doordat duidelijke intercellulairen ontbreken. In elk van de verticale ribben, waar deze weefselplaten bij elkaar komen, wordt een in de lengte verlopende vaatbundel aangetroffen. Het actinenchym in de „luchtkanalen" wordt op vrij regelmatige afstanden onderbroken door horizontale diafragma's. Deze komen in twee soorten voor: met en zonder vaatbundels. Deze vaatbundels vormen horizontaal verlopende anastomosen tussen twee of meer van de in de verticale ribben lopende vaatbundels. Gaande naar de periferie vertonen de „luchtkanalen" een steeds kleinere diameter, terwijl ook de vaatbundels vaak dunner worden. De buitenzijde van de stengel is bekleed met een epidermis met in overlangse stroken gelocaliseerde huidmondjes corresponderend met erbinnen tegenaan liggende twee cellagen dikke stroken palissade chlorenchym. Afwisselend hiermee en dus corresponderend met de stomata-vrije epidermis stroken zijn, in de lengte verlopende, sklerenchymbundeltjes aanwezig. Ook aan de binnenzijde van het chlorenchym treft men dergelijke sklerenchymbundels aan. Zij dragen met elkaar in belangrijke mate bij aan de stevigheid van de halm (A. Monoyer 1934: *Contribution à l'anatomie du genre Scirpus*, in *Arch. Inst. Bot. Liège*, Dl. 11 (3), blz. 47-53). [Ka.]

[92]) *door gaans*, overal.

substance by which not only the growth of the Tree and the leaves, but also that of the fruits can take place.

In order to investigate this further, I turned my thoughts to plants, although they were not Wood, which had the very largest openings or were most spongy, in order, if possible, to see something more definite there and then apply this to Wood.

For this investigation I selected Bulrushes, which are a species of plant that abounds on the shallow beds of our large Rivers. Of these Rushes the bottoms of our ordinary chairs are made, and because they are very open and the water does not readily penetrate into their cavities, bridges are also made of them to take soldiers across a canal in time of War [46]). *Structure and texture of a bulrush.*

Fig. 8. ABDC shows a small piece of a cut-off Rush, which I cut off a little obliquely at A, in order that one might see the big openings it has inside, as they appear to the naked eye. *fig. XVI.*

These large vessels or openings in the Rushes are provided everywhere in their cavities with partitions, for if it were otherwise, not only would these Rushes be fragile and much more flexible, but without these screens, if the

[46]) For further research L. selects the stem or culm of *Scirpus lacustris* L., the Bulrush. This largely consists of a single, very long internode. Chair-bottoms are still being made of these rushes, while the Genemuiden mats, used for floor-coverings, are also made of this material.

For a proper understanding of the terms and concepts used by L. we now give a short description of the anatomy of the bulrush. The culm is highly spongy owing to the presence of longitudinal „air ducts" which have a polygonal cross-section and which are filled with a particular type of aerenchymatic very lightly built tissue, *viz.* actinenchyma, consisting of stellate cells with large intercellular spaces. These „air ducts" are separated from each other in the longitudinal direction by tissue discs one cell thick and having a strong structure, because there are no clear intercellular spaces. In each of the vertical ribs where these tissue discs meet a longitudinal vascular bundle is found. The actinenchyma in the „air ducts" is interrupted at fairly regular intervals by horizontal diaphragms. There are two types of these: with and without vascular bundles. These vascular bundles form horizontal anatomoses between two or more of the vascular bundles in the vertical ribs. In the direction of the periphery the „air ducts" have constantly decreasing diameters, while the vascular bundles also frequently grow thinner. The outside of the culm is coated with an epidermis with stomata localized in longitudinal strips which correspond with strips of palisade chlorenchyma, two cell layers thick, lying on the inside against the longitudinal strips. Alternating therewith and thus corresponding with the stomata-free strips of epidermis, are small longitudinal sclerenchyma bundles. On the inside of the chlorenchyma, too, such sclerenchyma bundles are found. In combination they contribute in a considerable degree to the strength of the culm (A. Monoyer 1934: *Contribution à l'anatomie du genre Scirpus*, in *Arch. Inst. Bot. Liège*, Vol. 11 (3), pp. 47-53). [Ka.] *ill. 14.*

eijnde int water stonde, inde gantsche holligheijt vande Bies indringen; daar [93]) nu door dese afschutsels het water seer langsaam, tot inde Biesen in dringt, en [94]) om haar groote openheijt een groote last, naar advenand hare groote op het water konnen dragen.

Ik hebbe eene opening inde geseijde Bies, mede willen vertoonen, en welke opening over langs is door sneden, omme de geseijde afschutsels, of schotdueren, soo als die in ijder holligheijt vande Bies leggen als voor de oogen te stellen [95]).

fig. XVII. Fig: 9: EFGHIK. verbeeld de afschutsels in een vande opening [a]) vande Bies, die ik hier na, soo groot, en het maaksel vande selvige, als die door het vergroot glas voort komen, sal vertoonen.

Wijders heb ik twee sijden van een Bies-pijpje, waar van ordinair, vijf soo danige sijden, de holligheijt van een Bies-pijpje uijt maken, voor het vergrootglas gestelt, om het maaksel in dien het doenlijk was, daar van te ontdekken. Ik heb int eerst geoordeelt te sien, dat het maaksel vande selvige seer na over een quam, met het horde of rijs-werk [96]), waar mede onse Huijsman [97]), desselfs huijs en erf, af schut voor de beesten, en waar mede men in andere landen, de sijden van haar huijsen, die dan met leem toe gesmeert werden, van *fig. XVIII.* maakt. Als hier fig: 10. met LMNQ. vertoonende een sijde van een Bies-pijpje af beeld, voor soo veel het de Plaat-snijder mogelijk was, na te volgen [b]).

Met QNOP. werd een tweede sijde van een Bies-pijpje vertoont.

Het geene mij hier het aan merkensweerdigste voor quam, dat was, dat de voor verhaalde sijden vande Bies-pijpen, niet uijt haar sijden en vaatgens, waar uijt die bestonden, voort quamen, ofte groot gemaakt wierden [98]), gelijk ik tot nu toe hadde gedagt, dat ook alle de Hout-pijpjens uijt haar eijge maaksel groot wierden, en daar uijt bestonden. Dog het bleek mij hier ter contrarie,

---

[a]) A: openinge [b]) A: om na te volgen

[93]) *daar,* terwijl.

[94]) *en,* lees: en deze.

[95]) De *groote vaaten of openingen inde Biesen* zijn de „luchtkanalen” en de *afschutsels, of schot-dueren* zijn de diafragma's in die kanalen. Op grond van de huidige anatomische kennis kan men met L. aannemen, dat de diafragma's dienen voor de stevigheid van de bies. Daarentegen zijn de „luchtkanalen” niet hol, zoals L. meent, maar de ruimten tussen de diafragma's zijn gevuld met actinenchym, bestaande uit stervormige cellen met zeer grote intercellulairen. Dat L. de „luchtkanalen” als holten heeft waargenomen, wordt veroorzaakt door het feit, dat bij het vervaardigen van de doorsneden het actinenchym door het mes aan flarden is gescheurd. Inderdaad zullen, zoals L. dit opmerkt, de diafragma's het binnendringen van water in afgesneden biezen belemmeren door de betrekkelijk massieve structuur van deze tussenschotten. Hierdoor blijft de lucht in de met het zeer spongieuze actinenchym gevulde compartimenten opgesloten, hetgeen tevens de drijfkracht van het materiaal ten goede komt; zie ook aant. 91. [Ka.]

[96]) In vrijwel dezelfde bewoordingen als L. notuleerde de secretaris van de Royal Society reeds tijdens de vergadering van 23 april 1674 O.S. (3 mei N.S.): *Mr. Hooke shewed by a microscope the inward texture of a bullrush, consisting of pipes interwoven from one end to the other, in the manner of a hurdle, or resembling loose needle-work* (T. BIRCH 1757: *The History of the Royal Society of London* ..., Dl. 3, blz. 132). Hieruit blijkt, dat HOOKE al vele jaren eerder de bies onderzocht heeft. Zeer waarschijnlijk was L. hiervan niet op de hoogte.

[97]) *Huijsman,* boer.

[98]) *voort quamen, ofte groot gemaakt wierden,* ontstonden of gevoed werden (groeiden).

Rushes were standing with only one end in the water, the water would penetrate in a short time into the whole of the cavity of the Rush; whereas now, thanks to these partitions, the water penetrates very slowly into the Rushes, which, because of their great openness, can bear a heavy weight on the water.

I also wanted to show an opening in the said Rush, which opening has been cut through longitudinally in order to show the said screens or partitions such as they lie in the cavity of the Rush [47]).

Fig. 9. EFGHIK represents the screens in one of the openings of the Rush, which I will show hereafter on the scale and with the structure as they appear through the magnifying glass. *fig. XVII.*

Furthermore I placed two walls of a Rush pipe, five of which walls commonly constitute the cavity of a Rush pipe, before the magnifying glass in order, if possible, to discover its structure. At first I believed I saw that its structure resembled very closely the wattle or osiery [48]) with which our Farmer fences off his house and yard from the animals and with which people in other countries make the walls of their houses, which are then coated with loam. This is illustrated here in Fig. 10 at LMNQ, which shows one wall of a Rush pipe, in so far as the Engraver was able to draw it. *fig. XVIII.*

At QNOP a second wall of a Rush pipe is shown.

What seemed the most noteworthy thing to me here was that the aforesaid walls of the Rush pipes were not produced or nourished from their walls and the vessels of which they consisted, as I had thought until then that all Wood-pipes also grew from their own material and consisted thereof, but the opposite

---

[47]) The *large vessels or openings in the Rushes* are the „air ducts" and the *screens or partitions* are the diaphragms in those ducts. On the basis of present-day anatomical knowledge we may assume with L. that the diaphragms serve to give strength to the rush. On the other hand the „air ducts" are not hollow, as L. thinks, but the spaces between the diaphragms are filled with actinenchyma, consisting of stellate cells with very large intercellular spaces. That L. saw the „air ducts" as cavities is due to the fact that as the sections were made the actinenchyma was torn to shreds by the knife. Actually, as L. observes, the diaphragms will obstruct the penetration of water into cut-off rushes owing to the relatively solid structure of these partitions. Thus the air remains enclosed in the compartments filled with the highly spongy actinenchyma, which also promotes the floating capacity of the material; see also note 46. [Ka.]

[48]) In practically identical terms to those of L. the secretary of the Royal Society recorded in the minutes already during the meeting of 23 April 1674 O.S. (3 May N.S.): *Mr. Hooke shewed by a microscope the inward texture of a bullrush, consisting of pipes interwoven from one end to the other, in the manner of a hurdle, or resembling loose needle-work* (T. BIRCH 1757: *The History of the Royal Society of London* ..., Vol. 3, p. 132). It appears from this that HOOKE examined the anatomy of the bulrush already many years earlier. In all probability L. was not aware of this.

want ik sag dat ijder Bies-pijpje voort quam, of groot gemaakt wierd, uijt bijsondere [99]) kleijne pijpjens.

fig. XVIII. Fig: 10. QN. vertoont een kleijn Bies-pijpje, dat ik wel mag noemen, een Bloet-vat vande Bies, waar uijt voor een gedeelte de sijde LMNQ. als ook voor een gedeelte de sijde QNOP. gemaakt of voort gekomen sijn [100]).

Dit bij mij soo genoemde bloet-vat, of ook alle de vaaten, waar uijt de sijden vande groote Bies-pijpen gemaakt werden, ofte voort komen, bestaan weder in lengte uijt seer veel lange deelen, of beter geseijt, uijt seer uijtnemende kleijne vaaten, uijt welke vaaten, weder een groote menigte van seer kleijne vaatgens voort komen, waar uijt de sijden vande groote Bies-pijpen gemaakt werden.

Dese kleijne vaatgens, die ik bloet-vaaten noem, en geseijt hebbe dat nog uijt kleijnder vaatgens bestaan, en uijt de welke een groote menigte van horisontale vaatgens voort komen, en welke laaste vaatgens, in soo een geschikte ordre [101]) int verbant loopen, even als of wij ons in beelden [102]), de leden van een japonse rotting te sien [103]).

Omme nu het maaksel van een op gaande vaatge, dat ik een bloet-vat noem, en waar uijt de sijden van de groote Bies-pijpen gemaakt werden, naakter [104]) voor de oogen te stellen, heb ik een vande kleijnste bloet-vaaten genomen, waar van ik desselfs sijden, soo veel het mij doenlijk was heb af geschuert [105]), en vervolgens voor het vergroot glas gestelt, om het selvige soo veel de tekening toe liet, het af [a]) te beelden.

---

[a]) A: liet, af

[99]) *bijsondere*, afzonderlijke.

[100]) Vgl. ook blz. 74, al. 6, van deze brief, waar L. de mogelijkheid opwerpt, dat de horizontaal lopende *vaaten* van de centrale as van de vogelveer zouden kunnen ontstaan uit de verticaal lopende *vaaten* van die as.

[101]) *in soo een geschikte ordre*, zo netjes geschikt.

[102]) *even als of wij ons in beelden*, dat wij ons zouden kunnen voorstellen. Deze zin is niet voltooid; de aanhef: *Dese kleijne vaatgens* sluit nergens meer op aan.

[103]) In deze en de voorgaande alinea's ziet L. in de structuur van de bies een heel buizensysteem. Allereerst zijn daar de *groote Bies-pijpen*, de *Bies-pijpen* en de *(kleijne) Bies-pijpjens*. Met de eerste twee termen worden altijd de „luchtkanalen" bedoeld, terwijl de term *Bies-pijpje* soms zo'n „luchtkanaal" aangeeft, maar meestal dient om de vaatbundels in de hoekribben aan te duiden. Deze vaatbundels worden ook wel *kleijne Bies-pijpjens* genoemd. De *Bies-pijpjens* van verschillende grootte worden door L. vergeleken met bloedvaten. Maar hij vermeldt ook, dat zij weer uit in de lengte lopende *seer uijtnemende kleijne vaaten* zijn opgebouwd, dat wil zeggen, dat hij verschillende elementen, o.a. vaten in de vaatbundels, moet hebben gezien. Vervolgens schrijft L., dat uit deze laatsten op regelmatige afstanden een menigte van horizontaal lopende vaatjes ontspringen. Uit deze beschrijving, uit zijn vergelijking ervan
fig. XVIII. met de bouw van een *japonse rotting* en uit zijn *Fig: 10* moet worden opgemaakt, dat het hier in werkelijkheid gaat om horizontaal verlopende celwanden. Een verticale celrij, zoals bij *ML* in *Fig: 10* afgebeeld, doet inderdaad aan een bamboestengel denken, waarbij de dubbele, horizontaal verlopende lijnen, door L. als vaatjes geïnterpreteerd, de tussenschotten van die bamboestengel zouden moeten
fig. XX. voorstellen. Uit *Fig: 12* blijkt, dat L. van mening is, dat de wanden van de „luchtkanalen" (bv. *QO*
fig. XVIII. en *ML*) meer cellen dik zijn. Ware dit zo, dan zou hij, zie wederom *Fig: 10*, een systeem van intercellulaire kanaaltjes in boven elkaar gelegen étages voor horizontaal verlopende vaatjes hebben kunnen aanzien. Dit kan echter niet het geval zijn, omdat deze wanden in werkelijkheid maar één cel dik zijn. Wat hij *vaatgens* noemt, moeten dus horizontaal verlopende celwanden zijn. [Ka.]

[104]) *naakter*, duidelijker.

[105]) *geschuert*, gescheurd.

appeared to me here, for I saw that each Rush pipe was produced or nourished from separate small pipes.

Fig. 10. QN shows a small Rush pipe, which I may perhaps call a blood- *fig. XVIII.*
vessel of the Rush, from which the side LMNQ as well as the side QNOP has partly been produced [49]).

This vessel, called a bloodvessel by me, or all the vessels from which the walls of the large Rush pipes are produced or come forth, again consist longitudinally of a great many long parts, or rather extremely small vessels, from which vessels again come forth a great many very small vessels, from which the walls of the large Rush pipes are made.

From these small vessels, which I call bloodvessels and of which I said that they consist of even smaller vessels, a great many horizontal vessels come forth, which are as neatly arranged as if we imagined we saw the sections of a bamboo cane [50]).

Now in order to make the structure of a little vertical vessel, which I call a bloodvessel and from which the walls of the large Rush pipes are made, more plainly visible, I took one of the smallest blood-vessels, from which I tore off the walls as far as I could, and then I placed it before the magnifying glass in order to represent it as far as possible.

---

[49]) Compare also p. 75, par. 6 of the present letter, where L. suggests the possibility that the horizontal *vessels* of the central axis of a bird's feather may have originated from the vertical *vessels* of that axis.

[50]) In this paragraph as well as the preceding ones L. sees an entire system of pipes in the structure of the bulrush. First of all there are the *large Rush pipes,* the *Rush pipes,* and the *(small) Rush pipes.* By the first two terms he always means the „air ducts", while the term *small Rush pipe* sometimes refers to such an „air duct", but usually serves to designate the vascular bundles in the corner ribs. These vascular bundles are sometimes also called *small Rush pipes.* The *Rush pipes* of various sizes are compared by L. to blood vessels. But he also mentions that they are in turn built up of longitudinal *extremily small vessels, i.e.* he must have seen different elements, including vessels, in the vascular bundles. Next L. states that from the latter a great many horizontal vessels spring at regular intervals. It must be inferred from this description, from his comparison to the structure of a *bamboo cane,* and from his *Fig. 10* *fig. XVIII.*
that the vessels in question are really horizontal cell walls. A vertical row of cells, like that depicted at *ML* in *Fig. 10,* indeed suggests a bamboo cane, in which the double horizontal lines, inter- *fig. XVIII.*
preted by L. as vessels, would have to stand for the partitions of such a bamboo cane. From *Fig. 12* *fig. XX.*
it appears that L. believes the walls of the „air ducts" (*e.g. QO* and *ML*) are several cells thick. If this were true, he might have regarded (see again *Fig. 10*) a system of intercellular ducts in rows above *fig. XVIII.*
each other as horizontal vessels. However, this cannot be so, because in reality these walls are only one cell thick. What he calls *little vessels* must therefore be horizontal cell walls. [Ka.]

fig. XIX. Fig: 11. RV. vertoont een vande kleijnste Bloet-vaaten vande Bies, bestaande weder uijt verscheijde kleijne vaatgens, uijt welke kleijnder vaatgens weder een groote menigte van horisontale vaatgens voortkomen, en uijt welke laaste vaatgens, als hier vooren is geseijt, de sijden vande Bies-pijpen gemaakt werden, en welke af gebrooke sijden vande Bies-pijpen met ST. en W. werden aangewesen.

Dit geseijde Bloet-vat RV. waar uijt soo een wonderlijk maaksel, en soo veel vaatgens voortkomen, is soo dun, dat ik met het oog af te meten, moet seggen, dat een dik hair van mijn hooft, wel vijfentwintig maal dikker is.

Dog het geene mij nog verwonderens waardig, in desen scheen voort te komen, dat was, dat ik oordeelde te sien, dat uijt de opgaande Bloet-vaatgens, *fig. XVIII en XIX.* die in fig: 10. met QN. ofte in fig: 11. met RV. werden aan gewesen, uijt de Horisontale vaatgens, die uijt de geseijde Bloet-vaaten voort quamen, soo een stoffe wierde uijt gestooten, die sig aanstonts in breete uijt sette, ende alsoo een menbrane scheenen te maken. Dog als ik dit nader quam te examineren, sag ik, dat de sijden van een Bies-pijpje QLMN. niet een simpele menbrane was, maar dat ijder gesepareert deeltge, dat een gedeelte van een sijde [a]) quam uijt te maken, nogh gans hol was, ende dat de holligheijt door gaans [92]) met een uijt stekende [106]) dunne menbrane was bekleet, en welke holligheden ik hebbe *fig. XIX.* laten aan wijsen, in fig: 11. ontrent en voor S.

Dit geseijde maaksel ontdekt hebbende, bragt ik de sijde van een an stukken [b]) geschuerde Bies-pijp, voor een nog meerder vergrootende glas, en belaste de Plaat-snijder twee soo danige deelen, waar in hij seer distinct de *fig. XVIII.* holligheden konde bekennen, af te teijkenen, als hier fig: 10. tusschen X. en IJ. [c]) aan wijst [107]).

Als wij nu vast stellen [26]), dat alle dese menigte van holligheden, en ijder vande selvige, waar uijt de sijden van een Bies-pijp bestaat, niet en konnen gemaakt werden, dan uijt een onbegrijpelijk groot getal van seer kleijne vaatgens, gelijk wij sien dat de alder dunste membrane vande Dieren gemaakt sijn, soo moeten wij al weder seggen, O. onbegrijpelijke hoe kleijnheijt!

Vorders heb ik de Bies, soo dun als het mij doenlijk was, over dwars door sneden, om in, en door de op gaande Bloet-vaaten, mijn selven nog nader, en begrijpelijk, het maaksel vande Bies, voor de oogen te stellen.

fig. XX. Fig: 12. ABCDEFGHIKLMOP. vertoont een kleijn gedeelte vande Bies, het welke over dwars is af gesneden. Met EFKLS. werd aan gewesen, soo veel het de Plaat snijder heeft konnen na volgen, een vande hier vooren verhaalde *fig. XVII.* afschutsels, of schot-dueren, die in fig: 9. met EFGHIK. sijn aan gewesen, ende

---

a) A: dat een sijde b) A: ontstukken c) In A en in figuur een „Y"

106) *uijt stekende*, buitengewoon.

107) In deze en voorgaande alinea's is L. erin geslaagd om een van de kleinste vaatbundels of *fig. XIX.* misschien zelfs een sklerenchymbundel te isoleren; zie *Fig: 11, RV.* Hieraan zouden volgens tekening en beschrijving een groot aantal horizontale vaatjes ontspringen, *die sig aanstonts in breete uijt sette, ende* *fig. XXVIII en XIX.* *alsoo een menbrane scheenen te maken.* Sterker vergroot wordt een en ander afgebeeld in *Fig: 10, X* en *Y.* Uit *Fig: 10* en *11* blijkt, dat het hier gaat om kapot gescheurde parenchymcellen; de *menbrane* is in werkelijkheid de wand van de parenchymcel, terwijl de *holligheijt* erbinnen het lumen van de cel is. De door L. in *Fig: 11* afgebeelde steeltjes zijn niet te identificeren. [Ka.]

Fig. 11. RV shows one of the smallest Blood-vessels of the Rush, again consisting of several small vessels, from which in turn a great many horizontal vessels come forth, from which latter vessels, as said before, the walls of the Rush pipes are produced, said broken-off walls of the Rush pipes being shown at S, T, and W. *fig. XIX.*

The said Blood-vessel RV, from which such a wonderful structure and so many little vessels come forth, is so thin that, measuring it with the naked eye, I am bound to say that a thick hair from my head is at least twenty-five times thicker.

But what also appeared astonishing to me in this was that I believed I saw that from the Horizontal vessels that came forth from the vertical Blood-vessels, which are shown in Fig. 10 at QN or in Fig. 11 at RV, a substance was expelled which at once expanded in width and thus appeared to form a membrane. But when I examined this more closely, I saw that the walls of a Rush pipe QLMN did not form a simple membrane, but that each separate little part which constituted part of a wall was also completely hollow, and that the cavity was covered all over with an extremely thin membrane; I caused these cavities to be drawn in Fig. 11 around and in front of S. *figs XVIII and XIX.* *fig. XIX.*

Having discovered the said structure, I placed the wall of a Rush pipe that had been torn to pieces before a glass of even greater magnification and ordered the Engraver to draw two such parts in which he could discern the cavities very plainly, as is shown in Fig. 10 between X and IJ [51]). *fig. XVIII.*

If we now assume that all these numerous cavities, and each of them of which the walls of a Rush pipe consist, can only be produced from an inconceivably large number of very small vessels, such as we see that the very thinnest membranes of Animals are made of, we again cannot but say: Oh, what incomprehensible smallness!

Furthermore I cut the Rush crosswise, as thinly as I could, in order to understand the structure of the Rush better by means of the vertical Blood-vessels.

Fig. 12. ABCDEFGHIKLMOP shows a small part of the Rush, which has been cut off crosswise. At EFKLS is shown, in so far as the Engraver was able to draw it, one of the aforesaid screens or partitions, which are represented in Fig. 9 by EFGHIK, where they have been said to dam up the water and to *fig. XX.* *fig. XVII.*

---

[51]) In this paragraph and the preceding ones L. has managed to isolate one of the smallest vascular bundles, or perhaps even a bundle of sclerenchyma; see *Fig. 11, RV.* According to the drawing and the description a great many horizontal vessels spring from it, *which at once expanded in width and thus appeared to form a membrane.* At a higher magnification all this is shown in *Fig. 10, X* and *Y.* From *Figs 10* and *11* it appears that these are torn parenchyma cells; the *membrane* in reality is the wall of the parenchyma cell, while the *cavity* inside is the lumen of the cell. The little stalks shown by L. in *Fig. 11* cannot be identified. [Ka.] *fig. XIX.* *figs XVIII and XIX.*

als daar geseijt sijn het water te stutten [108]), ende de Bies een stijfte aan te brengen. Welk maaksel uijt een onbedenkelijke [109,a]) menigte van vaatgens en membrane bestaat; loopende de selve vaatgens contrarie [b]) de andere daar nevens leggende.

Dit afschutsel heeft vijf bijsondere sijden, als SE. [110]) EF. FK. KL. ende LS. en soo bestaan [111]) meest alle de Bies-pijpjens, als hier vooren nog een maal is geseijt [112]).

fig. XVIII en XX. Laten wij ons in beelden dat de sijde van een Bies-pijpje, die in fig: 10. met LMNQ. is aan gewesen, de sijde is van het Bies-pijpje, dat in fig: 12. over dwars is door sneden, ende aldaar met LM. is af geteijkent, ende dat fig: 10. NOPQ. was een tweede sijde, van het voor verhaalde Bies-pijpje, in fig: 12. met MN. aan gewesen, ende dat wij [113]) het soo genoemde Bloet-vat inde fig: 10. met NQ. aan gewesen, het selfde [c]) bloet-vat was, dat in fig: 12. [114]) alwaar een lang-rond gaatge tusschen MO. vertoont werd, en welk vat, over dwars is af gesneden [115]).

Dus verre mijne observatien volbragt hebbende, ende daar benevens siende, dat in verscheijde holligheden vande groote Bies-pijpen, veele menbrane gemaakt wierden, en wel voor namentlijk, daar de Bies al in dunte was toe nemende, gelijk hier in een gedeelte van twee bijsondere [52]) Bies-pijpen, fig: 12. *fig. XX.*

---

[a]) A: onbegrijpelyke [b]) A: geheel contrarie [c]) A: het selvige

[108]) *stutten*, tegenhouden. Zie aant. 95. In plaats van *te stutten* en *aan te brengen* leze men „stutten" en „aanbrengen".

[109]) *onbedenkelijke*, ondenkbaar grote.

[110]) *heeft vijf bijsondere sijden, als SE.* enz., heeft vijf (verschillende, afzonderlijke) zijden, nl. SE. enz.

[111]) *bestaan*, zijn.

fig. XX. [112]) De dwarsdoorsnede van de bies in *Fig: 12* geeft veel interessante bizonderheden.

In de eerste plaats laat de afbeelding zien, dat de *groote Bies-pijpen* door meercellendikke weefselplaten met in de hoeken dwars getroffen vaatbundels van verschillende diameters omgrensd worden. Genoemde weefselplaten zijn in werkelijkheid overwegend slechts één cel dik (zie ook aant. 91). Het is zeer wel mogelijk, dat L.'s afbeelding is gemaakt naar een dikke, scheef getroffen doorsnede, waardoor een meercellige dikte van de weefselplaten gesuggereerd wordt.

In de tweede plaats geeft L. een opmerkelijke afbeelding van een diafragma. Uit het onderzoek van MEYEN, MONOYER en KAUL is gebleken, dat gedurende de ontwikkeling van de halm bepaalde, uit polygonale moedercellen samengestelde weefselplaten, de latere diafragma's, een opmerkelijk beeld gaan vertonen. Genoemde moedercellen delen zich enige malen door vorming van parallele wanden, waarbij echter de oorspronkelijke begrenzingen van de respectieve moedercellen duidelijk zichtbaar blijven. Doordat de delingsrichting in de verschillende moedercellen niet gelijk is, ontstaat het patroon, *fig. XX.* zoals in *Fig: 12 EFKLS*, in principe is weergegeven. L. drukt dit zeer beeldend uit met: *loopende de selve ... contrarie de andere daar nevens leggende.* Waarschijnlijk heeft L. de reeksen merkwaardige, zeer kleine intercellulairen langs de tussenwanden in het diafragma niet waargenomen. (F. J. F. MEYEN 1837: *Neues System der Pflanzenphysiologie*, Dl. 1, blz. 295; A. MONOYER 1934: *Contribution à l'anatomie du genre Scirpus*, in *Arch. Inst. Bot. Liège*, Dl. 11 (3), blz. 51-52; R. B. KAUL, 1971: *Diaphragms and aerenchyma in Scirpus validu.*, in *Amer. J. Bot.*, Dl. 58, blz. 808-816). [Ka.]

[113]) Het woord *wij* is overtollig.

[114]) Hier zijn de woorden: „vertoond werd", die in de volgende bijzin nog eens gebruikt moesten worden, ten onrechte weggelaten.

[115]) Het is niet uit te maken of het *gaatge tus.chen MO.* een vat of een vaatbundel is. Afhankelijk van de plaats in de halm, hoger of lager, centraal of aan de periferie, zijn de vaatbundels verschillend van bouw door het bezit van meer of minder samenstellende elementen en komt al of niet een door verscheuring ontstane lacune voor. [Ka.]

give the Rush some stiffness. This structure consists of an inconceivably large number of little vessels and membranes, the said vessels running in the contrary direction to the others lying near them.

This screen has five distinct sides, namely, SE, EF, FK, KL, and LS, and such is the structure of most Rush pipes, as has already been said before [52]).

Let us imagine that the wall of a Rush pipe, which is shown in Fig. 10 by LMNQ, is the wall of the Rush pipe that has been cut crosswise in Fig. 12, and is represented there by LM, and that in Fig. 10 NOPQ is a second wall of the aforesaid Rush pipe, represented in Fig. 12 by MN, and that the so-called Blood-vessel represented in Fig. 10 by NQ is the same blood-vessel that is shown in Fig. 12, where a small elliptical hole is shown between M and O, and which vessel has been cut off crosswise [53]). *figs XVIII and XX.*

Having completed my observations thus far and seeing also that many membranes were produced in several cavities of the large Rush pipes, especially where the Rush was already getting thinner, as is shown here in a part of two different Rush pipes, in Fig. 12, between DESR and DRQC, the thought *fig. XX.*

[52]) The transverse section of the rush in *Fig. 12* shows many interesting particulars. *fig. XX.*

In the first place the drawing shows that the *large Rush pipes* are bounded by tissue discs several cells thick with cross sections through vascular bundles of various diameters in the corners. Most of the said tissue discs in reality are only one cell thick (see also note 46). It is quite possible that L.'s drawing was made of a thick oblique section, by which it is suggested that the tissue discs are several cells thick.

In the second place L. gives a striking illustration of a diaphragm. From the work of Meyen, Monoyer, and Kaul it has appeared that during the development of the culm certain tissue discs composed of polygonal mother cells, the later diaphragms, begin to show a striking aspect. The said mother cells divide several times by forming parallel walls, although the original boundaries of the respective mother cells remain clearly visible. Because the direction of the division is not identical in the various mother cells, the pattern whose principle is shown in *Fig. 12, EFKLS,* is formed. L. describes this very graphically in the words *the said vessels running in the contrary direction to the others lying near them.* Probably L. failed to observe the series of curious, very small intercellular spaces along the partition walls in the diaphragm (F. J. F. Meyen 1837: *Neues System der Pflanzenphysiologie,* Vol. 1, p. 295; A. Monoyer 1934: *Contribution à l'anatomie du genre Scirpus,* in *Arch. Inst. Bot. Liège,* Vol. 11 (3), pp. 51-52; R. B. Kaul 1971: *Diaphragms and aerenchyma in Scirpus validus,* in *Amer. J. Bot.,* Vol. 58, pp. 808-816). [Ka.] *fig. XX.*

[53]) It is impossible to tell whether the *small hole between M and O* is a vessel or a vascular bundle. According to the place where they occur in the culm, higher or lower, in the centre or on the periphery, the vascular bundles have different structures because they consist of a larger or smaller number of constituent elements, while there may or may not be a gap caused by tearing. [Ka.]

tusschen DESR. ende DRQC. werden aan gewesen, soo heb ik mij in gebeeld [57]), dat de sijden vande groote Bies-pijpen, uijt de kleijne op gaande pijpjens, die ik bloet-vaaten noem, dus gemaakt wierden.

Uijt de op gaande vaaten, die geplaast sijn tusschen BQP. werden voor een gedeelte de sijden vande Bies-pijpen PO. QR. BC. BA. ende PT. en alsoo werd ook uijt het op gaande vat aan R. gelegen, voor een gedeelte de sijde vande Bies-pijp RQ. gemaakt.

De voetsame stoffe nu, uijt het vat aan Q. gelegen, gestooten werdende [a]) na R. om de sijde vande Bies-pijp QR. te maken, en ontmoet werdende vande stoffe die van R. na Q. gestooten werd, om insgelijks de sijde RQ. te maken [116]).

Dese uijt gestootene stoffe tot het maaksel van twee bijsondere [52]) vaaten, om eene sijde van een Bies-pijp voort te brengen, stooten, uijt oorsaak van overvloedige stoffe, soo tegen malkanderen, datse inde holligheden vande Bies-pijpen, in irreguliere membrane uijt spatten, als hier door fig: 12. tusschen CRQ. werd aan gewesen.

fig. XX.

En soo is het ook insgelijks gelegen met de overvloedige stoffe, die uijt de op gaande bij mij soo genoemde Bloet-vaaten, die aan D. R. S. E. geplaast sijn, om de sijden vande Bies-pijpen DR. RS. ende SE. te maken, al waar mede door de tegen malkanderen aan stootende stoffe, de membrane, tusschen DESR. gelegen, gemaakt is [117]).

Dit maaksel om dat ijder sijde vande groote Bies-pijpen, uijt twee bijsondere [52]) op gaande vaaten gemaakt werden, is, nootsakelijk, want sonder sulks, soo souden de groote Bies-pijpen, niet vast en in malkanderen sijn vereenigt.

Gelijk nu de sijde vande groote Bies-pijpen, door gaans [92]) soo digt gemaakt sijn, dat men geen de minste opening, daar aan kan bekennen, soo sijn in tegendeel de membrane hier vooren verhaalt, die bij geval [118]), inde holligheden vande Bies-pijpen gemaakt werden, seer irregulier en met veele groote openingen tusschen deselvige, als ook mede met afgebrookene deelen, waar van eenige [19]) een holligheijt hadden, welkers ongeschikte [119]) makinge ik mij inbeelde, veroorsaakt te sijn, door gebrek van genoegsame stoffe.

Maar het geene in dese soo genoemde membrane, het aan merken waardigste [b]) was, dat was, dat de buijtekant vande selvige met een weijnig dikte was versien, ende dat in soo danige uijt nemende [120]) dunne deelen, als de menbrane is, nog verscheijde striemtgens [9]) waren te bekennen, dat ik mij in beelde [121]) vaaten te sijn. Ja ik beelde mij wel in, hoe dun en doorschijnende

---

[a]) hs: werdende werdende [b]) A: aanmerkenswaardigste

[116]) De zin wordt niet voltooid. In plaats van *en ontmoet werdende vande stoffe* leze men: ontmoet de stoffe.

fig. XX.

[117]) De hier beschreven structuren *DESR* en *CRQ* in *Fig: 12* zijn in werkelijkheid afkomstig van het kapotgesneden actinenchym; zie ook aant. 91 en 95. [Ka.]

[118]) *bij geval*, toevallig.

[119]) *ongeschikte*, onregelmatige.

[120]) *uijt nemende*, buitengewoon.

[121]) *dat ik mij in beelde*, die (nl. de vezeltjes), naar mijn mening.

occurred to me that the walls of the large Rush pipes were produced from the small vertical pipes which I call blood-vessels.

From the vertical vessels, which are placed between B, Q, and P, the walls of the Rush pipes PO, QR, BC, BA, and PT are partly produced, and in the same way the wall of the Rush pipe RQ was partly produced from the vertical vessel at R.

Now the nutritive substance which is expelled from the vessel at Q towards R, to produce the wall of the Rush pipe QR, meets with the substance which is expelled from R to Q, to produce also the wall RQ.

These expelled substances belonging to the structure of two different vessels, so as to produce one wall of a Rush pipe, collide with each other, because of their abundance, in such a way that they burst asunder in the cavities of the Rush pipes into irregular membranes, as is here shown in Fig. 12 between C, R, and Q. *fig. XX.*

And the same also happens with the abundant substance coming out of the vertical vessels called Blood-vessels by me, which are placed at D, R, S, and E, to produce the walls of the Rush pipes DR, RS, and SE, where again owing to the substances colliding with each other the membrane lying between D, E, S, and R has been produced [54]).

This structure, namely, that each wall of the large Rush pipes is produced from two different vertical vessels, is necessary because otherwise the large Rush pipes would not be firmly interconnected.

Now whereas the walls of the large Rush pipes have been made so compact throughout that one cannot perceive the slightest opening in them, the aforesaid membranes on the other hand, which are produced by chance in the cavities of the Rush pipes, are very irregular, with many large openings between them as well as broken-off parts, and some of them had a cavity, whose irregular structure I believed to be due to lack of sufficient substance.

But what was most noteworthy in this so-called membrane was that its outside was somewhat thickened and that in such extremely thin parts as the membrane consists of, several small filaments [5]) could also be perceived, which I imagined to be vessels. Nay, I fancied that, however thin and transparent

---

[54]) The structures *DESR* and *CRQ* in *Fig. 12* here described originate in reality from the cut actinenchyma; see also notes 46 and 47. [Ka.] *fig. XX.*

de vliesjens mogten sijn, dat haar maaksel niet anders en was, dan uijt 't samen gevoegde vaatgens [122]).

Na dat ik dan alles wat ik dagt dat voor mij inde Bies was te beschouwen, hadde door sogt, heb ik vast gestelt [123]), datter nog in verscheijde soort van Hout, vaaten [a]) waren, die bij mij niet en sijn ontdekt, en dat gelijk de sijden vande groote Bies-pijpen eens gemaakt sijnde, geen nut aan de verdere wasdom vande Bies, ten respecte vande wassinge [124]) toe brengen. Ende dat het insgelijks met eenige [19]) Boomen, en wel voornamentlijk met het greijne, Vuijere, Abele, en Linden Hout gelegen was, te weten, dat alle op gaande vaaten, bij mij tot nog toe in 't Hout ontdekt, de meeste vande selvige geen Bloet-vaaten, ofte arterien of anders [125]) vaaten, die de stoffe toevoeren, maar alleen lugtvaaten sijn [126]).

Bouw en structuur van het „grenenhout".

Ik hebbe dan voor genomen op nieuw, het greijnen Hout te ondersoeken, ende dat selvige soo door sneden, als door klooft [127]), met uijt nemende scharpe messen, ende dat selvige voor het vergroot glas gestelt, ende ontdekt, een veel grooter getal van vaaten, als ik voor desen [128]) hadde gesien, ende welke laaste ontdekte vaaten, seer uijt nemende kleijn sijn, in vergelijkinge vande vaaten, die ik voor desen hadde gesien. Ja dese laaste ontdekte vaaten, waren soo kleijn, dat schoon een grof sand gedeelt was in meer dan tien milioenen van deelen [129]), dat die egter [130]) niet en souden konnen gaan door die vaatgens.

Soo dat alle de Hout ofte Lugt-pijpjens, die ik voor desen int [b]) greijne-Hout hebbe ontdekt, en waar door ik mij inbeelde [57]), dat het sap tot groot makinge vande Boom, en vrugten, gevoert wierde, door dese mijne laaste observatien, nu gans tot soo danigen dienst moet verwerpen, en seggen, dat die vaaten, alleen lugt-vaaten sijn: want dese nu, bij mij soo genoemde lugtvaaten, sijn omset van drie â. vier vande hier vooren verhaalde uijt nemende

---

a) A: Hout-vaaten (i.p.v. Hout, vaaten) b) A: uit

122) Het is niet duidelijk, wat de *striemtgens* in de *irreguliere membrane* zijn. L. stelt zich blijkbaar voor, dat deze zeer kleine vaatjes aantonen, dat zelfs zeer dunne membranen opgebouwd moeten zijn uit vaatjes. [Ka.]

123) *vast gestelt*, betekent ook hier: als vaststaand aangenomen, maar wat L. „vaststelt", staat eerst aan het einde van de volgende zin, die één geheel vormt met deze eerste – mislukte – zin van de alinea. De gedachtengang is, kort samengevat: Nadat ik alles van de biezen had onderzocht, heb ik aangenomen, dat er ook in verschillende houtsoorten vaten waren die ik niet heb ontdekt en dat het met sommige bomen – vnl. grenen, enz. – evenzo was als met de biezen, waar de wanden van de grote *Bies-pijpen* van geen belang meer zijn voor de groei, nl. dat de meeste verticale vaten geen *Bloet-vaaten* zijn, maar *lugt-vaaten.*

124) *ten respecte vande wassinge*, wat de groei betreft.

125) *anders*, anders gezegd.

126) In analogie met de veronderstelling, dat de *groote Bies-pijpen* lucht-vaten zouden moeten zijn, stelt L. nu, dat de meeste *op gaande vaaten* in het hout eveneens luchtvaten moeten zijn; zie ook aant. 59. [Ka.]

127) *door sneden*, is dwars op de draad geschied, dus een dwarse doorsnede; *door klooft* in de richting van de draad en kan dus zowel radiaal als tangentiaal zijn.

128) *voor desen*, vroeger; zie blz. 88-92.

129) Een *grof sand* heeft een diameter van ongeveer 870 μ. Daar L. hier rekent met de kubieke inhoud, moeten de hier genoemde zeer kleine vaatjes een doorsnede van kleiner dan 4 μ hebben.

130) *egter*, toch.

the pellicles might be, their structure consisted of none but combined small vessels [55]).

After I had examined everything that I thought there was for me to observe in the Rush, I assumed that there were also vessels in several species of Wood which I have not yet discovered, and that, just as the walls of the large Rush pipes, once they have been produced, cannot be of any further use to the growth of the Rush, the same is true of the wood of certain Trees, especially Pines, Firs, Abeles, and Lime-trees, to wit, that most of the vertical vessels so far discovered by me in Wood are not Blood-vessels or arteries or, to put it differently, vessels supplying the substances, but merely air-vessels [56]).

Structure and texture of „pine-wood".

I then decided again to investigate Pine-wood and I cut it both cross-wise and longitudinally with extremely sharp knives and placed it before the magnifying glass and discovered a much larger number of vessels than I had previously seen [57]). These vessels last discovered by me are extremely small in comparison with the vessels which I had previously seen. Nay, these last vessels were so small that even if a grain of coarse sand were divided into more than ten million particles [58]), yet they would not be able to pass through those little vessels.

As to all the Wood- or Air-pipes which I previously discovered in Pine-wood, through which I thought the sap was conducted for the growth of the Tree and the fruits, owing to my latest observations I must therefore reject that they serve for this, and say that those vessels are merely air-vessels. For these

---

[55]) It is not clear what the *filaments* in the *irregular membranes* are. L. appears to imagine that these very small vessels prove that even very thin membranes must be composed of vessels. [Ka.]

[56]) On the analogy of the assumption that the *large Rush pipes* must be air vessels L. now claims that most of the *vertical vessels* in wood must also be air vessels; see also note 29. [Ka.]

[57]) See pp. 89-93.

[58]) A *grain of coarse sand* has a diameter of about 870 μ. Since L. is reckoning with the cubic content here, the very small vessels mentioned must have a diameter of less than 4 μ.

seer kleijne vaaten [131]). En gelijk ik hier vooren geseijt hebbe, dat uijt de seer kleijne vaaten, bij mij inde Bies aan gewesen, de sijden vande Bies-pijpen gemaakt werden. Alsoo stel ik nu vast [132]), dat uijt de seer kleijne vaaten, die int Greijnen-Hout sijn, de Hout of Lugt-pijpjens, gemaakt werden, en gelijk de kleijne vaaten die inde Bies sijn, ijder [133]) sijn stoffe toe sent, tot het maken vande Bies-pijpen, en koppelt ofte vereenigt, alsoo alle de Bies-pijpen aan malkanderen vast, dat [134]) het insgelijks alsoo toe gaat, met de seer kleijne Houtvaatgens, die ik Hout Arterien sal noemen. En [135]) dus alle de lugt, of Houtpijpjens [a]), niet alleen aan malkanderen hegt, ofte vereenigt, maar dat door die kleijne vaaten, alle voetsame stoffe werd op gevoert, die tot groot makinge vanden Boom, Bladeren, en Vrugten vereijst werden: en dit soo sijnde, magmen soo danige kleijne vaaten, wel Arterien noemen [136]).

Omme dese Arterien mede in haar lengte te sien, heb ik mij weder begeven, tot het observeren vande Hout of lugt-pijpjens, in der selver lengte, en hebbe als doen klaar konnen sien, dat de Hout-Arterien, uijt verscheijde lange
fig. XIII. deeltgens gemaakt waren, als hier fig: 5. daar ik deselvige vaatgens, wat onder uijt heb laten trekken, op dat men de selve des te beter soude konnen onderscheijden, als met AL. werden aan gewesen.

Alsoo de lange deeltgens waar uijt ik geseijt hebbe, dat de Hout-Arterien bestaan, mij veel maal sijn te vooren gekomen, dat die in lengte van den anderen [12]) waren geschuert, heb ik deselvige soo als se de Plaatsnijder quam te
fig. XIII. sien, laten aan halen [137]), als hier mede [b]) fig: 5. tusschen B. en C. sijn af gebeelt [138]).

fig. XXI. Fig: 13. VWXIJZ. verbeeld een kleijn stukje Greijne of Sparre-Hout, dat
fig. XIII. hier vooren fig: 5. in lengte is vertoont, en dat ik nu over dwars hebbe af gesneden, en om soo te spreeken, als van boven inde vaaten in te sien; welk Hout

---

[a]) A: Hout-pypen [b]) A: met

fig. XIII, XXI, XXII. afb. 15. afb. 16. [131]) Op grond van L.'s beschrijving en van zijn *Fig: 5, 13,* en *14* is het duidelijk, dat de *lugt-vaaten* in het *greijne-Hout* de tracheïden zijn en wel in verband met wanddikte, lumenwijdte en vorm van hofstippels waarschijnlijk van voorjaarshout. Moeilijker is het te beslissen, wat de door L. beschreven *drie à vier ... uijt nemende seer kleijne vaaten rond de lugt-vaaten* zijn. Het kunnen geen intercellulairen zijn, omdat deze bij de hier in het geding komende houtsoorten niet voorkomen, tenzij L. drukhout in handen heeft gehad (F. W. Jane 1970: *The Structure of Wood,* blz. 210-228). Waarschijnlijker lijkt het, dat L., ter plaatse waar tracheïden aan elkaar grenzen de aldaar meer uitgebreide intercellulaire substantie van de middenlamel heeft gezien. [Ka.]

[132]) *stel ik ... vast,* beweer ik stellig; deze zin vormt één geheel met de voorgaande.

[133]) Men leze: en gelijk ijder van de kleijne vaaten ..., enz.

[134]) Ook deze zin, met de voorafgaande bijzin, is afhankelijk van *stel ik vast.*

[135]) Men leze: En dat de seer kleijne Hout-vaatgens (in de vorige zin genoemd) dus alle de lugt, of Hout-pijpjens, niet alleen aan malkanderen hegten of vereenigen.

[136]) In het vervolg op zijn studie van de Mattenbies keert L. terug naar de anatomie van het hout en besluit tot een analogie tussen de structuur van de bies en die van het hout. Hij concludeert daaruit, dat er in het hout behalve de hem bekende *op gaande Hout-pijpjens* (die lucht vervoeren) ook nog zeer kleine vaten (die voedzame stoffen vervoeren) moeten bestaan. Inderdaad meent hij deze vaten, de *seer kleijne Hout-vaatgens,* door hem *Arterien* genoemd, te zien.

[137]) *laten aan halen,* laten afbeelden. C heeft: *delinea das curavi.*

fig. XIII. [138]) Waarschijnlijk zijn de in *Fig: 5, BC,* afgebeelde *lange deeltgens* bij het snijden ontstane fijne flarden van de tracheïdewanden. [Ka.]

vessels I call air-vessels are surrounded by three or four of the aforesaid extremely small vessels [59]). And just as I said before that the walls of the Rush pipes are produced from the very small vessels shown by me in the Rush, I now assert that from the very small vessels in Pine-wood the Wood- or Air-pipes are produced, and just as each of the small vessels which are to be found in the Rush conducts its substance for the production of the Rush pipes and thus connects all the Rush pipes with each other, the same happens with the very small Wood-vessels which I will call Wood Arteries, so that not only are all the air- of Wood-pipes interconnected, but through those small vessels all the nutritive substance which is required for the growth of the Tree, the Leaves, and the Fruits is conducted upwards. And this being so, one may well call such small vessels Arteries [60]).

In order to see these Arteries also longitudinally I again undertook to observe the Wood- or air-pipes longitudinally, and I was then able to see plainly that the Wood-Arteries were composed of several long particles, as is shown here in Fig. 5, where I had these vessels extended slightly at the bottom, *fig. XIII.* in order that they might be better distinguished, as is shown at AL.

Since I have often seen that the long particles of which, as I have said, the Wood-Arteries consist had been torn apart longitudinally, I had them drawn just as the Engraver saw them, as is shown here in Fig. 5 between B and C [61]). *fig. XIII.*

Fig. 13. VWXIJZ represents a small piece of Pine-wood or Fir-wood, *fig. XXI.* which was shown longitudinally in Fig. 5 and which I now cut off crosswise *fig. XIII.*

---

[59]) On the ground of L.'s description and of his *Figs 5, 13,* and *14* it is evident that the *air-vessels* in *Pine-wood* are the tracheids; considering wall thickness, width of lumen, and form of bordered pits: probably of springwood. It is more difficult to tell what is meant by the *three or four ... extremely small vessels surrounding the air-vessels* described by L. They cannot be intercellular spaces, because the latter are not found in the kinds of wood here concerned, unless L. was studying compression wood (F. W. Jane 1970: *The Structure of Wood,* pp. 210-228). It would seem more likely that in the place where tracheids adjoin each other L. saw the intercellular substance of the middle lamella, which is more plentiful there. [Ka.] *figs XIII, XXI, XXII. ill. 15. ill. 16.*

[60]) In the sequel to his study of the Bulrush L. reverts to the anatomy of wood and decides that there is an analogy between the structure of the rush and that of wood. He concludes from this that apart from the *vertical Wood-pipes* (conducting air) which are known to him there must also be very small vessels (conducting nutritive substances) in wood. He actually believes he has seen these vessels, the *very small Wood-vessels,* called *Arteries* by him. [Ka.]

[61]) Probably the *long particles* shown in *Fig. 5, BC,* are fine shreds of the tracheid walls formed during the cutting operation. [Ka.] *fig. XIII.*

deel niet grooter is, of de helft van een grof sand, soude het konnen bedekken [139]).

Tusschen de Hout of lugt-pijpjens, bij mij voor desen te meer maal aan gewesen, komt men te sien, de seer kleijne vaatgens mede overdwars door sneden, die ik Hout-Arterien noem.

Om dat die bij mij soo genoemde Hout-Arterien, seer kleijn sijn, soo heb ik maar vier Hout of Lugt-pijpjens wat grooter laten af teijkenen, soo als die door een meerder vergrootende glas voort komen, op dat men dese Arterien, soo als die om, en tusschen de Hout of lugt-pijpjens leggen [a]), des te beter met
fig. XXII. het bloote oog bekennen mag, als hier bij fig: 14. te sien is [140]).

fig. XXI. De bruijne striemen [141]), die inde geseijde fig: 13. met X. Y. Z. werden vertoont, sijn een kleijn gedeelte van [b]) horisontale vaaten, die in haar lengte
fig. XIII. sijn door sneden, en welke vaaten in fig: 5. tusschen GH. ende IK. werden aan gewesen [142]).

---

a) A: tusschen de Hout-pijpjens leggen b) A: van de

fig. XXI. 139) Een *grof sand* heeft een diameter van 870 μ. Uit *Fig: 13* en uit de opgave dat *de helft van een grof sand*, dat is ongeveer 435 μ, het afgebeelde houtfragment zou kunnen bedekken, komt men op een afmeting van ongeveer 25 μ voor de diameter van de individuele tracheïden, radiaal gemeten. Greguss (1955) geeft als maten voor *Picea abies* (L.) Karst., radiaal, voor voorjaarshout 16-20 μ en voor zomerhout 8-12 μ. Voor *Pinus sylvestris* L. geven Greguss & Varga (1950) voor voorjaarshout 25-50 μ en voor zomerhout 5-19 μ op. Gezien de overwegingen in aant. 68 is, hoewel met verminderde waarschijnlijkheid, op voorjaarshout van *Picea abies* te besluiten; zie echter ook aant. 149 (P. Greguss 1955: *Xylotomische Bestimmung der heute lebenden Gymnospermen*, blz. 231; P. Greguss & I. Varga 1950: *Xylotomischer Bestimmungsschlüssel der Pinus Arten*, blz. 138). [Ka.]

fig. XXI. 140) In *Fig: 13* zijn behalve de in de tekst genoemde *Hout of Lugt-pijpjens* omringende *Hout-Arterien* gelijksoortige cirkeltjes in een aantal lumina van eerstgenoemde elementen weergegeven. Dit lijkt wel zeker een onnauwkeurigheid van de tekenaar te zijn, ook al omdat er niets over te vinden is in L.'s tekst. [Ka.]

De hier afgebeelde Hout-Arterien zijn de op blz. 106-108 genoemde *drie â vier vande ... seer kleijne vaaten*; zie aant. 131.

De „ontdekking" van deze *Hout-Arterien* vormt de sleutel tot L.'s nieuwe opvattingen over de anatomie van het hout. Uit de analogie tussen de bies en het hout (zie aant. 136) concludeert L., dat alle *op gaande Hout-pijpjens* in het hout dezelfde functie als de *Bies-pijp* moeten hebben, nl. het transport van lucht, en hij noemt ze dientengevolge *Lugt-pijpjens*. Vervolgens blijkt hem uit de „ontdekking" van de *seer kleijne Hout-vaatgens* (die hij *Hout-Arterien* noemt), dat deze, op dwarsdoorsnede gezien, de *op gaande Hout-pijpjens* op analoge wijze omringen als de *Bloet-vaaten* in de bies de *Bies-pijp*. Hieruit leidt hij in de eerste plaats af, dat de *seer kleijne Hout-vaatgens* dezelfde functie als de *Bloet-vaaten* van de bies moeten hebben, nl. het transport van voedzame stoffen. In de tweede plaats concludeert hij, dat de *seer kleijne Hout-vaatgens*, in vergelijking met de *Bloet-vaaten* rond de *Bies-pijp*, de wand van het *op gaande Hout-pijpje* moet voortbrengen.

In het begin van deze brief veronderstelde L. reeds, dat de *vaatgens* in de membraan van het *(op gaande) Hout-pijpje* voor vochttransport zouden kunnen dienen (aant. 67 en 86). Waarschijnlijk dacht hij toen ook al, dat deze *Hout-pijpjens* zouden dienen voor het transport van lucht (zie blz. 84, aant. 59). Nu komt hij definitief tot de conclusie, dat die verticale structuur van het hout zou bestaan uit zowel een systeem van *op gaande Hout-pijpjens* als een systeem van *seer kleijne Hout-vaatgens*, die lucht respectievelijk voedzame stoffen zouden transporteren.

141) *bruijne striemen*, donkere strepen.

142) De *bruijne striemen* komen in de tegenwoordige houtanatomie overeen met de houtstralen. De
fig. XXI. afbeelding ervan in *Fig: 13* is zo onduidelijk, dat ze eigenlijk niet te zien zijn. Veel duidelijker zijn de
fig. XIII. houtstralen afgebeeld in de radiale doorsnede van *Fig: 5*. [Ka.]

in order, so to speak, to look from above into the vessels; this piece of Wood is no bigger but half a grain of coarse sand might cover it [62]).

Between the Wood- or air-pipes which I have often shown previously one can see the very small vessels, also cut through crosswise, which I call Wood-Arteries.

Because those Wood-Arteries, as I call them, are very small, I had four Wood- or Air-pipes drawn on a somewhat larger scale as they appear through a glass of greater magnification, in order that these Arteries may be better perceived with the naked eye such as they lie around and between the Wood- or Air-pipes, as can be seen in Fig. 14 [63]). *fig. XXII.*

The brown filaments which are shown in the said Fig. 13 at X, Y, and Z *fig. XXI.* are a small part of the horizontal vessels which have been cut longitudinally, which vessels are shown in Fig. 5 between GH and IK [64]). *fig. XIII.*

---

[62]) A *grain of coarse sand* has a diameter of 870 μ. From *Fig. 13* and from the statement that *half a grain of coarse sand, i.e.* about 435 μ, would be able to cover the wood fragment shown in the drawing one arrives at about 25 μ for the diameter of the individual tracheids, measured in the radial direction. GREGUSS (1955) gives as diameters for *Picea abies* (L.) Karst., radially, 16-20 μ for spring-wood and 8-12 μ for summer-wood. For *Pinus sylvestris* L. GREGUSS & VARGA (1950) give 25-50 μ for spring-wood and 5-19 μ for summer-wood. In view of the arguments in note 35 we have to decide, though with a reduced degree of probability, that L. studied spring-wood of *Picea abies;* but see also note 68 (P. GREGUSS 1955: *Xylotomische Bestimmung der heute lebenden Gymnospermen*, p. 231; P. GREGUSS & I. VARGA 1950: *Xylotomischer Bestimmungsschlüssel der Pinus Arten*, p. 138). [Ka.] *fig. XXI.*

[63]) *Fig. 13* shows, apart from the *Wood-Arteries* surrounding *Wood- or Air-pipes* mentioned in the text, similar small circles in a number of lumina of the first-mentioned elements. It would appear practically certain that this is due to inaccuracy of the draughtsman, also because nothing is to be found about it in L.'s text. [Ka.] *fig. XXI.*

The *Wood-Arteries* here shown are the *three or four of the ... very small vessels* mentioned on p. 109: see note 59.

The „discovery" of these *Wood-Arteries* forms the clue to L.'s new theories concerning the anatomy of wood. From the analogy between the rush and wood (see note 60) L. concludes that all the *vertical Wood-pipes* in wood must have the same function as the *Rush pipe, viz.* the conduction of air, and accordingly he calls them *Air-pipes*. Subsequently it appears to him from the „discovery" of the *very small Wood-vessels* (which he calls *Wood-Arteries)* that the latter, viewed in transverse section, surround the *vertical Wood-pipes* in the same way as the *Blood-vessels* in the rush surround the *Rush pipe*. From this he infers in the first place that the *very small Wood-vessels* must have the same function as the *Blood-vessels* of the rush, *viz.* the conduction of nutritive substances. In the second place he concludes that the *very small Wood-vessels,* on the analogy of the *Blood-vessels* surrounding the *Rush pipe*, must produce the wall of the *vertical Wood-pipe.*

In the early part of this letter L. already assumed that the *little vessels* in the membrane of the *(vertical) Wood-pipe* might serve for the conduction of saps (notes 34 and 45). Probably he thought already at that time that these *Wood-pipes* might serve for the conduction of air (see p. 85, note 29). Now he definitively reaches the conclusion that this vertical structure of wood consists of a system of *vertical Wood-pipes* as well as a system of *very small Wood-vessels* conducting air and nutritive substances respectively.

[64]) The *brown filaments* (see also note 5) correspond in the modern anatomy of wood to the wood rays. Their depiction in *Fig. 13* is so obscure that they are really invisible. The wood rays are depicted *fig. XXI.* much more clearly in the radial section of *Fig. 5.* [Ka.] *fig. XIII.*

Ik kan [a]) niet na laten hier nevens te voegen, een kleijn stukje van het selfde Hout, het welke bij mij mede wel in lengte is gekklooft; dog contrarie de klovinge als aan fig: 5. is geschiet [143]), want gelijk dat Hout fig: 5. soo danig is geklooft, dat de Hout of lugt-pijpjens, als ook de kleijne vaatgens die ik Arterien noem, ende de Horisontale Hout-pijpjens, en ook wel der selver vaatgens, alle te gelijk in lengte sijn door klooft. Soo is dese door kloovinge contrarie de voor gaande gedaan. Want de Hout of lugt-pijpjens, ende Arterien, sijn mede wel in lengte door klooft, maar de Horisontale vaten sijn over dwars door klooft.

fig. XIII.

Fig: 15. LMNO. vertoont een stukje van het hier vooren verhaalde Sparreboomen-Hout, waar in men kan sien, de Horisontale vaatgens, of Hout-pijpjens, die seer digt bij den anderen leggen [12]), soo danig, datter soo nu als dan, maar een of twee op gaande Hout of lugt-pijpjens haar van malkanderen scheijden. Als wij nu sien dat de Horisontale vaatgens of Hout-pijpjens, soo digt bij den anderen leggen, soo en hebben wij ons niet te verwonderen, waar om soo danig Hout, boven veel ander Hout, sig soo ligt, en regt laat klooven.

fig. XXIII.

Ik hebbe ook dese Horisontale vaatgens, ofte Hout-pijpjens, soo als die bij den anderen leggen, apart laten af teijkenen, op dat men die des te beter, soo als die tusschen de op gaande Hout deelen leggen, soude konnen bekennen.

Fig: 16. PQ. [b]) verbeeld de horisontale vaatgens ofte Hout-pijpjens waar van in fig: 15. verscheijde te sien sijn. Dese vaatgens leggen op de eene plaats, wel twee maal soo veel bij den anderen, als op een andere plaats, en als ik deselvige op het naeuwkuerigste hebbe ondersogt, soo moet ik seggen, dat ik tweederleij soort van horisontale vaatgens of Hout-pijpjens sie, stekende de eene boven de andere in soo een kleijnheijt uijt, dat die bij na het gesigt ontwijken [144]).

fig. XXIII en XXIV.

Ik hebbe ook tot meerder narigtinge [145]) goet gedagt, aan te wijsen, hoe ik het hier vooren verhaalde Hout, hebbe door klooft, ofte door sneden, om of [146]) eenige Heeren Liefhebberen, dese mijne verhaalde ontledingen wilde na volgen.

---

a) A: Ik en kan b) A: PA.

143) L. heeft dus een tangentiale doorsnede aangebracht, terwijl de vorige doorsneden radiaal waren. In zijn bewoordingen getuigt deze alinea van een uitstekend ruimtelijk inzicht van L.; vgl. ook aant. 78. [Ka.]

144) In het kader van deze brief is L. niet consequent gebleven in deze en beide voorgaande alinea's door *Horisontale vaatgens* als synoniem van *Hout-pijpjens* te gebruiken; zie aant. 56.

fig. XXIII en XXIV. afb. 17.

In *Fig: 15* en *16* en de bijbehorende beschrijvingen geeft L. nog meer bizonderheden over de houtstralen. In de tangentiale doorsnede neemt hij waar, dat zij zeer dicht bij elkaar kunnen liggen, gescheiden door maar één of twee verticaal verlopende elementen, tracheïden dus. Hij neemt verder waar, dat de horizontale elementen op de éne plaats in grotere aantallen bijeen liggen dan op de andere. Het is niet duidelijk, of dit in tangentiale richting of in lengterichting dan wel in beide richtingen bedoeld wordt. Het zou dan om smallere of bredere, langere of hogere houtstralen gaan, wat allemaal mogelijk is. L.'s opmerking, dat hij twee soorten horizontale vaatjes ziet, waarvan één soort zó klein is, *dat die bij na het gesigt ontwijken*, zou op eenzelfde manier als voor de dwarsdoorsnede geïnterpreteerd kunnen worden, nl. dat die kleinste soort niets anders is dan de intercellulaire substantie tussen de houtstraalcellen (zie aant. 131). Waarschijnlijker is het wellicht, dat het gaat om horizontaal verlopende celwanden van de houtstraalcellen; zie voor dit laatste ook aant. 103. [Ka.]

145) *narigtinge*, voorlichting.

146) *om of*, voor het geval dat.

I cannot omit to annex hereto a small piece of the same Wood, which I have also cleft longitudinally, but contrary to the cleavage performed as shown in Fig. 5 [65]), for whereas the Wood in Fig. 5 has been cleft in such a way that the Wood- or air-pipes as well as the small vessels which I call Arteries and the Horizontal Wood-pipes, and the latter's little vessels as well, have all been cleft longitudinally in the same way, this cleavage has been performed contrary to the preceding one. For the Wood- or air-pipes and the Arteries have also been cleft longitudinally, but the Horizontal vessels have been cleft crosswise. *fig. XIII.*

Fig. 15. LMNO shows a small piece of the aforesaid Fir-wood, where one can see the little Horizontal vessels or Wood-pipes, which lie very close to each other, in such a way that sometimes only one or two vertical Wood- or air-pipes separate them from each other. Now when we see that the Horizontal vessels or Wood-pipes lie so close to each other, we need not wonder that such Wood can be cleft so easily and along a straight line, more so than many other Woods. *fig. XXIII.*

I also had these Horizontal vessels or Wood-pipes drawn separately such as they lie together, in order that they may be better recognized such as they lie between the vertical Wood parts.

Fig. 16. PQ represents the little horizontal vessels or Wood-pipes, of which several can be seen in Fig. 15. Of these little vessels there lie in one place at least twice as many near each other as in another place, and when I had examined them as carefully as possible, I am bound to say that I saw two different kinds of horizontal vessels or Wood-pipes, the one being so much smaller than the other that they almost escape our sight [66]). *figs XXIII and XXIV.*

For further information I have also thought fit to show how I cleft or cut through the aforesaid Wood, in case some interested Gentlemen should wish to repeat my aforesaid dissections.

---

[65]) L. therefore made a tangential section, whilst the preceding sections were radial ones. The wording of this paragraph testifies to an excellent spatial insight on the part of L.; compare also note 40. [Ka.]

[66]) Within the context of the present letter L. has not been consistent in this paragraph and the two preceding ones by using *horizontal vessels* as synonymous with *Wood-pipes;* see note 28.

In *Figs 15* and *16* and the corresponding descriptions L. gives some additional particulars about the rays. In the tangential section he observes that they may be very close together, being separated by only one or two vertical elements, *i.e.* tracheids. He further observes that the horizontal elements are accumulated in larger numbers in one place than in another. It is not clear whether this is meant in the tangential or the longitudinal direction, or in both directions. The reference would then be to narrower or broader, longer or higher rays, all of which is possible. L.'s remark that he sees two kinds of horizontal vessels, one of which is so small *that they almost escape our sight* might be interpreted in the same way as for the transverse section, *viz.* that this smallest kind is none but the intercellular substance between the cells of the rays (see note 59). It is perhaps more likely that they are horizontal walls of the ray cells; for the latter, see also note 50. [Ka.] *figs XXIII and XXIV. ill. 17.*

fig. XXV. Fig: 17. ABCDF. verbeeld een vierde deel van een ronde Boom, ofte Tak [a]), waar van B. voor het midden vanden Boom moet genomen werden. *fig. XIII.* Met G. werd aan gewesen, hoe het stukje Hout, dat met fig: 5. is aan gewesen, van het Hout is af gesneden, ofte geklooft. Met C. werd aan gewesen hoe dat *fig. XXI-XXIII.* het stukje Hout hier vooren met fig: 13. en 14. [147]) van het Hout is af gesneden. Met E. werd aan gewesen, hoe dat het stukje Hout, dat met fig: 15. is aan gewesen, van het Hout is af geklooft [148]).

Ik hebbe in het Sparre-boomen-Hout nog wel eenige op gaande vaaten gevonden, die verre in wijte boven andere uijt staken, maar die sijn soo weijnig, dat men die selden int oog krijgt [149]).

Bouw en structuur van het lindenhout.

Hier vooren heb ik geseijt, dat ik onder andere ook het Linden Hout weder op nieuw hebbe ondersogt soo wel het geene uijt Noorwegen tot ons gebragt werd, om daar beeld-werk van te snijden, als het geene dat hier te lande wast, en om dat wonderbare maaksel mede voor de oogen te stellen, heb ik een kleijn stukje dat hier te lande gewassen is, daar van laten af teijkenen, *fig. XXVI.* als hier met fig: 18. HIKL. werd aangewesen.

Alle dese deeltgens waar uijt dit Hout bestaat, komen mij voor, als of ijder nog een holligheijt hadde, en als wij daar benevens nog agt geven, op alle dese seer kleijne op gaande vaatgens en Hout-pijpjens, die in dit seer kleijne stukje Hout aan [b]) gewesen werden, soo sullen wij het te meer maal, met verwondering beschouwen, gelijk ik te meermaal [c]) heb gedaan. [Want de gantsche breete van dit stukje Hout, te weten van K tot L en begrypt geen grooter plaats als vyf hair-breeten van ons Lighaam breet syn.] [150])

Met HI. ende [d]) ook met KL. werden de horisontale vaaten, die int Linden Hout sijn aan gewesen. En hebbe ook wel gesien, dat die op andere plaatsen, veel digter bij den anderen lagen.

fig. XXVII. Met fig: 19. ABCD. werden eenige weijnige vaaten en Hout-pijpjens van het Linden Hout, die inde voor gaande figuur over dwars sijn af gesneden, al hier in der selver lengte vertoont [151]).

---

[a]) A: ofte van een Tak [b]) A: stukje aan [c]) A: ik ook al te meermalen [d]) A: als

[147]) Na de nummers van de figuur leze men nog eens: aan gewesen of vertoont.

fig. XXV. [148]) L. geeft in *Fig: 17* aan, hoe hij in drie loodrecht op elkaar staande richtingen doorsneden van een boom of tak heeft gemaakt, waardoor hij op fraaie wijze het onderlinge verband tussen de ver- *fig. XIII, XXI-XXIV.* schillende figuren in deze brief verduidelijkt. *Fig: 5* blijkt een radiale doorsnede, *Fig: 13* en *14* een dwarsdoorsnede en *Fig: 15* en *16* een tangentiale doorsnede te zijn. [Ka.]

[149]) De zeer weinig voorkomende, verticaal lopende vaten, die in hoge mate door hun wijdte afwijken, zijn hoogstwaarschijnlijk harskanalen. Indien dit inderdaad zo is, dan zou het zeldzame voorkomen ervan een verdere aanwijzing zijn, dat L. inderdaad hout van *Picea abies* heeft onderzocht; vgl. ook aant. 68 (F. W. Jane 1970: *The Structure of Wood*). [Ka.]

Nehemiah Grew beschreef reeds harsgangen in coniferenhout in *The Anatomy of Trunks*, in *The Anatomy of Plants* (1682), blz. 109-110.

[150]) De zin tussen vierkante haakjes komt alleen voor in A en C, niet in het handschrift.

Een haarbreedte is 60-80 μ; hier dus 300-400 μ. Waarschijnlijk klopt de door L. opgegeven maat niet, want volgens hem zou één groot vat ongeveer 20-25 μ in diameter zijn, terwijl in werkelijkheid de gemiddelde doorsnede 55 μ is. [Ka.]

fig. XXVI. afb. 18. [151]) *Fig: 18* geeft een vrij redelijk beeld van de dwarsdoorsnede van het lindenhout. Het is niet mogelijk om uit te maken om welke soort het gaat. In aanmerking komen de Kleinbladige (*Tilia cordata* Mill.) en de Grootbladige Linde (*Tilia platyphyllos* Scop.), maar aan de hand van de in de tekst

Fig. 17. ABCDF represents one-fourth of a round Tree or Branch, where B is to be taken to be the centre of the Tree. At G it is shown how the piece of Wood shown in Fig. 5 has been cut off or cleft from the Wood. At C it is shown how the piece of Wood shown before in Figs 13 and 14 has been cut off from the Wood. At E it is shown how the piece of Wood shown in Fig. 15 has been cleft from the Wood [67]). *fig. XXV.* *figs XIII, XXI-XXIII.*

In the Fir-wood I also found a few vertical vessels, which were much wider than the others, but there are so few of them that they are rarely to be seen [68]).

Structure and texture of lime-wood.

I previously said that, among other things, I also examined Lime-wood again, both that which is brought to us from Norway, to make wood-carvings, and that which grows in this country; and in order to make that wonderful structure also visible to us, I ordered a small piece of the Wood that had grown in this country to be drawn, as is shown in Fig. 18 by HIKL. *fig. XXVI.*

It appears to me that of all these small parts of which this Wood consists each also had a cavity, and if we also pay attention to all these very small vertical vessels and Wood-pipes which are visible in this very small piece of Wood, we shall frequently look at it with wonder, as I often did myself. [Indeed, the entire width of this piece of Wood, to wit, from K to L, occupies no more space than five hairs from our Body are broad.] [69])

At HI as well as at KL are shown the horizontal vessels in Lime-wood. And I have also seen that they lay much closer to each other in other places.

In Fig. 19, ABCD, a few vessels and Wood-pipes of Lime-wood, which in the preceding figure were cut off crosswise, are shown longitudinally [70]). *fig. XXVII.*

---

[67]) In *Fig. 17* L. shows how he has made sections of a tree or branch in three directions at right angles to each other; by this means he elucidates in an elegant way the interrelation between the different figures in this letter. *Fig. 5* appears to be a radial section, *Figs 13* and *14* transverse sections, and *Figs 15* and *16* tangential sections. [Ka.] *fig. XXV.* *figs XIII, XXI-XXIV.*

[68]) It is highly probable that the vertical vessels, which are found very seldom and which vary greatly in width, are resin ducts. If this is actually true, their rare occurrence would be a further indication that the wood studied by L. was indeed that of *Picea abies;* compare also note 35 (F. W. Jane 1970: *The Structure of Wood*). [Ka.]

Nehemia Grew already described resin ducts in the wood of conifers in *The Anatomy of Trunks*, in *The Anatomy of Plants* (1682), pp. 109-110.

[69]) The sentence between square brackets is found only in A and C, not in the manuscript.

A hair's breadth is 60-80 μ; the width in question therefore is 300-400 μ. The measurement given by L. is probably not correct, for according to him one large vessel would have a diameter of about 20-25 μ, whilst in reality the average diameter is 55 μ. [Ka.]

[70]) *Fig. 18* gives a fairly reasonable picture of the transverse section of lime-wood. It is not possible to tell what species it is. Likely species are *Tilia cordata* Mill. and *Tilia platyphyllos* Scop., but in accor- *fig. XXVI. ill. 18.*

fig. XIII. Ik hebbe in fig: 5. tusschen B. en C. aan gewesen, hoe dat inde op gaande Hout, ofte Lugt-pijpjens, openingen of ronde gaatgens sijn, ter plaatse daar de horisontale vaatgens leggen, en welke openheden stel ik vast [152]), tot geen ander eijnde sijn gemaakt, dan om de lugt, of sappen, uijt de op gaande Hout-pijpjens over te voeren, tot inde horisontale Hout-pijpjens.

Als wij onse gedagten verder, als ons het gesigt, door de vergroot-glasen kan toe reijken, lieten gaan, soo mosten wij vast stellen [153]), datter nog bijsondere [154]) vaaten mosten sijn. Want het is niet genoeg, datter lugt vaaten en arterien int Hout sijn, en welke voor het grooste [a]) gedeelte het Hout uijt maken. Maar wij konnen denken, als niet onwaarschijnelijk sijnde, datter vaaten sijn, die de bast om de Boom, andere vaaten die de Bladeren, met der selver menigvuldige vaaten, Aderen of vaaten die de vrugten, vaaten die het Zaad, [de schors om het Zaad,] de vaaten inde schors, en menbrane om het Zaad, en ook vaaten, om de plant in het Zaad, voort te brengen [155]).

Uijt de voor verhaalde ontdekkingen, namentlijk, dat de op gaande Hout-pijpjens met openingen sijn versien, ter plaatse daar de horisontale Hout-pijpjens, met de geseijde, of eerste Hout-pijpjens sijn vereenigt, ofte op [b]) den anderen leggen, soo heb ik in gedagten genomen, of de dunne arterien inde Dieren [156]), mede niet wel met openingen mogten sijn versien, en welke openingen soo kleijn sijn, dat op verre na geen globule bloet (van de geene die het root maken) daar door konnen passeren, ende dat andere bijsondere [157]) uijt nemende kleijne vaatgens, mede kleijne openingen hadden, met welke openingen, dese laaste vaatgens geplaast ofte vereenigt waren, op, of aan de openingen vande dunne Arterien, ende dat aldaar de bijsondere [52]) kleijne vaatgens, uijt de Arterien over namen de sappen na ijders aard. Als bij voorbeeld, daar konnen seer kleijne dunne vaatgens sijn, die uijt de Arterien geen andere stoffen [c]) over namen, als de [d]) stoffe waar uijt het vet gemaakt wierde, Andere vaatgens en hadden geen bequaamheijt, als het over nemen vande stoff, die tot groot makinge of onderhoudinge van het been vereijst wierde. Andere weder tot het maken van Nagelen, en wie weet wat al vaatgens datter sijn, die de stoffe over nemen, die na de nieren gesonden werd. En vorders kan het

---

[a]) A: groote [b]) A: vereenigt, op [c]) A: stoffe [d]) A: die

opgegeven maten (zie aant. 150) komt men tot veel te geringe afmetingen voor de diameter van de houtvaten van beide soorten (P. Greguss 1947: *Bestimmung der mitteleuropäischen Laubhölzer und Sträucher auf xylotomischer Grundlage*). Wat *Fig: 19* betreft, vraagt men zich gezien het verschil met de afbeeldingen uit de moderne literatuur af, wat eigenlijk weergegeven is. Volgens de beschrijving zou het inderdaad om vaten uit het secondaire xyleem moeten gaan, maar het afgebeelde doet meer denken aan nauwe, van dichtgewonden spiralen voorziene elementen uit primair xyleem. [Ka.]

fig. XXVII. afb. 19 en 20.

[152]) *stel ik vast,* lees: naar ik meen.

[153]) *mosten wij vast stellen,* zouden wij moeten aannemen.

[154]) *nog bijsondere,* nog meer verschillende.

[155]) De woorden tussen de vierkante haakjes staan alleen in A en C, niet in het handschrift. L. neemt dus aan, dat er behalve de door hem beschreven vaten nog andere vaten in het hout aanwezig moeten zijn, elk met een eigen functie, nl. het voortbrengen van resp. 1. de bast; 2. de bladeren; 3. de vruchten; 4. het zaad; 5. de vaten in de zaadwand; 6. het zaadvlies; 7. de kiem.

[156]) L. bedoelt hier de capillairen of haarvaten van het bloedvatenstelsel.

[157]) *bijsondere,* daarvan verschillende.

In Fig. 5, between B and C, I have shown that there are openings or little round holes in the vertical Wood- or Air-pipes, in the places where the horizontal vessels lie, and I think these openings serve for no other purpose but to conduct the air or the saps from the vertical Wood-pipes into the horizontal Wood-pipes. *fig. XIII.*

If we let our thoughts wander further than what can be seen through the magnifying glass, we should have to assume that there must still be other vessels. For it is not enough that there should be air-vessels and arteries in Wood, which constitute the greater part of the Wood. But we may think it is not improbable that there are vessels which produce the bark around the Tree, other vessels which produce the Leaves, with their numerous vessels, Arteries or vessels which produce the fruits, vessels which produce the Seed (the rind around the Seed), the vessels in the rind, and membranes around the Seed, and also vessels for producing the germ in the Seed [71]).

In view of the aforesaid discoveries, namely, that the Vertical Wood-pipes are provided with openings in those places where the horizontal Wood-pipes overlap the said or former Wood-pipes or lie upon each other, I considered whether the narrow arteries in Animals [72]) may not also be provided with openings, which openings are so small that not a single globule of blood (of those that make it red) could pass through them, and whether other (different) extremely narrow vessels may not also have small openings, by means of which these latter vessels are placed upon the openings of the narrow Arteries, so that there the different small vessels may take over the saps from the Arteries, each according to its nature. Thus, for instance, there may be very small and narrow vessels which do not take over from the Arteries any other substance but the substance from which fat is made, other vessels may not be able to take over any but the substance that is required for the growth or maintenance of bone. Others again for the making of Nails, and who knows how many little vessels there may be which take over the substance that is conducted to the kidneys.

---

dance with the measurements given in the text (see note 69) the diameter of the tracheae of both species would be much too small (P. GREGUSS: *Bestimmung der mitteleuropäischen Laubhölzer und Sträucher auf xylotomischer Grundlage*). As to *Fig: 19*, considering the difference with the illustrations from the modern literature, one wonders what is actually depicted. According to the description, vessels from the secondary xylem indeed must be involved, but the vessels shown rather suggest narrow elements from primary xylem provided with closely wound coils. [Ka.] *fig. XXVII. ills 19 and 20.*

[71]) The words between square brackets are found only in A and C, not in the manuscript. L. therefore assumes that, apart from the vessels described by him, there must also be other vessels in wood, each with a function of their own, *viz.* the production of 1. the bark; 2. the leaves; 3. the fruits; 4. the seed; 5. the vessels in the rind; 6. the seed coat; 7. the germ, respectively.

[72]) L. is referring here to the capillaries of the vascular system.

toe gaan volgens mijn gedagten [158]), met de andere deelen van ons lighaam [159]).

Maar wat sullen wij hier van seggen, het sijn alleen onse gedagten, en onnaspuerlijke saaken, te meer, om dat de vaatgens, waar in de overneminge van de sappen soude moeten geschieden, niet alleen uijtnemende kleijn, onstark, en ook seer sagt sijn, ende daar benevens, als sij geen dienst doen, ofte de duer-vloet van sappen ontbreekt, toe vallen: en konde men met de deelen der [a]) Dieren soo handelen, als [b]) met het Hout te weeg brengt, ik en twijffel niet, of men soude het wonderbare maaksel van de Dieren, ende der selver uijt nemende kleijne vaatgens, veel naakter [104]) voor de oogen stellen, als tot nog toe gedaan is: hoe wel die [160]) den arbeijt luste, en bequaamheijt daar toe hadde, nog wel wat te ontdekken was [161]).

Dit [162]) seijde ook de Hoogh Leeraar Craan S[ar] [163]) wanneer laast in dese lande sijnde, mij quam besoeken, en af vragen [164]), om des anderen daags nevens een Hoogh Furstelijk Persoon, weder eenige van mijne ontdekkingen te komen sien, met bijvoeginge, dat hij wenste soo gelukkig te mogen sijn, dat hij ontledigde [46]), en ik observeerde, en dat dan saaken souden voor den dag komen, waar op hij sijn speculatie hadde [165]), die seer voordelig voor het Menschelijk geslagt souden sijn. En versogt mij tot dien eijnde, met hem uijtlandig te gaan, mij versekerende, dat ik seer wel onthaalt soude werden. Waar over ik hem dankbaar bleef [166]).

Als wij nu vast stellen [26]), dat de Arterien in verscheijde kleijne vaatgens, de dunne [c]) sappen over storten, die ten deele tot groot makinge en onder-

---

a) A: vande b) A: als men c) A: dunste

158) *volgens mijn gedachten*, zoals ik het mij indenk, mij voorstel.

159) L. maakt hier een analogie met de op blz. 116 genoemde vaaten, die de bast, bladeren, vruchten enz. zouden voortbrengen.

160) *hoe wel die* ..., lees: hoewel voor degene die lust en bekwaamheid ertoe had.

161) Tot nu toe meent L. twee universele transportsystemen (van *lugt* respectievelijk van *sappen)* in plant en dier te kunnen onderscheiden.

In de voorgaande alinea's is hij aangeland bij het belangrijkste vraagstuk: op welke wijze worden de verschillende weefsels en organen door die universele transportsystemen voorzien van stoffen?

Bij de beantwoording van deze vraag spelen op de achtergrond zowel L.'s veronderstelling, dat specifieke weefsels (zoals bast, bladeren, vrucht en zaad in de plant, en vet, been, nagels en nieren in het dier) een specifieke stof (i.c. specifieke *lugt* en specifieke *sappen)* behoeven, als zijn veronderstelling, dat de voorziening van stoffen plaats moet hebben door een specifiek systeem van *vaatgens*. Zodoende trekt L. uit zijn waarnemingen niet alleen de conclusie, dat er behalve de door hem waargenomen buizen in plant en dier nog andere, door hem niet waargenomen kleinere buizen moeten bestaan, maar ook, dat er een selectieve opname van stoffen uit de *seer kleijne dunne vaatgens* zou kunnen bestaan; zie ook aant. 171.

162) Deze gehele alinea *(Dit ... bleef)* ontbreekt in A wellicht door een fout bij het gereedmaken van de zetvorm. De custode onderaan blz. 502 in A is nl. *Dit*, terwijl blz. 503, de eerste van het nieuwe vel, begint met: *Als*. In C komt deze alinea evenmin voor.

163) *S[ar]*, zaliger.

164) *mij ... af vragen*, mij met nadruk vragen.

165) *waar op hij sijn speculatie hadde*, waarover hij aan denken was.

166) De Leidse hoogleraar THEODORUS CRANEN (1620-1690) bracht al in 1677 enkele bezoeken aan L. Hij introduceerde toen zijn neef JOHAN HAM, die L.'s aandacht vestigde op de spermatozoën; zie Brief 35 [22], van november 1677, *Alle de Brieven*, Dl. 2, blz. 450.

And furthermore it may further happen likewise, as I imagine with the other parts of our body [73]).

But what are we to say about this? These are merely our thoughts, and inscrutable matters, the more so because the little vessels in which the transfer of the saps would have to take place are not only extremely small, fragile, and also very soft, but moreover, when they do not serve their purpose or the passage of saps does not take place, they shut. And if one could deal with the parts of Animals in the same way as one proceeds with Wood, I do not doubt but that it would be possible to make the wonderful structure of Animals, and their extremely small vessels, much more clearly visible than has been done so far, although for those who like to do this and have the capability for it there would still be something to discover [74]).

This [75]) was also said by the late Professor Craan, who, when last in this country, came to visit me, and urgently requested me to allow him to come the next day, together with a Distinguished Princely Person, to see some of my discoveries again, adding that he wished to be so fortunate as to dissect while I was observing, and that matters would then be revealed about which he was speculating and which would be very beneficial to the Human race. And to this end he requested me to go abroad with him, assuring me that I should meet with a very kind reception. For which I was grateful to him [76]).

Now if we assume that the Arteries pour into several small vessels the thin saps which are partly required for the growth and maintenance of the body,

---

[73]) Here L. draws an analogy with the vessels mentioned on p. 118, which are supposed to produce the bark, the leaves, the fruits, etc.

[74]) Up to this point L. thinks he can distinguish two universal conducting systems (of *air* and *saps* respectively) in plants and animals.

In the preceding paragraphs he reached the most important problem: in what way are the various tissues and organs supplied with nutritive substances by those universal conducting systems?

As L. tries to answer this question the assumptions at the back of his mind are that specific tissues (such as bark, leaves, fruits, and seeds in plants and fat, bone, nails, and kidneys in animals) need a specific substance (in this case specific *air* and specific *saps)* and that the supply of these tissues with such substances must take place by means of a specific system of *little vessels*. Thus L. concludes from his observations not only that apart from the tubes observed by him there must also be other (smaller) tubes, not yet observed by him, in plants and animals, but also that there might be a selective absorption of nutritive substances from the *very small and thin vessels;* see also note 77.

[75]) This whole paragraph *(This ... him)* is lacking in A, which may be due to a type-setting error. In fact, the custode at the bottom of p. 502 in A is *Dit* (This), while p. 503, the first page of the new sheet, begins with: *Als* (Now if). In C this paragraph is not found either.

[76]) The Leiden professor THEODORUS CRANEN (1620-1690) paid a number of visits to L. already in 1677. He then introduced his nephew JOHAN HAM, who drew L.'s attention to the spermatozoa; see Letter 35 [22], of November 1677, *Collected Letters*, Vol. 2, p. 450.

houdinge van het lighaam vereijst werden, behalven veel dunne stoffe, die door groote beweginge, en ook door groote hitte, als sweetende uijt het lighaam gestooten werden; soo konnen wij ons nog meer als voor desen voldoen [167]), te weten, dat het Arteriael bloet, door desselfs dunne sappen [a]), veel blijder [168]) van couluer is, dan het bloed het geene inde Venae gevonden werd. Want alle het blij schoone root dat het Arteriael bloet heeft, buijten [169]) het bloet uijt de Venae, hangt alleen af, dat het Arteriael bloet, met meerder stoffe, die men de Weij van het bloet noemt, versien is, dan het bloet inde Venae, en hoe minder de soo genoemde weijagtige stoffe in het bloet is, hoe meerder het bloet na den swarten is hellende [170]), als voor desen nog een maal is geseijt [171]).

---

a) A: sappe

CRANEN ging in 1686 als lijfarts van FRIEDRICH WILHELM, keurvorst van Brandenburg, naar Berlijn, in welke stad hij ook stierf. Eerst in 1688 schreef L. uitvoerig over capillairen, waarover het gesprek met CRANEN blijkbaar ging, zodat men moet aannemen, dat hij na zijn vertrek naar Berlijn nog een keer in de Nederlanden teruggekeerd moet zijn. L. ging niet in op CRANEN's voorstel om mee te gaan
afb. 21. naar het buitenland, want voor zover bekend heeft L. nooit Duitsland bezocht (zie afb. 21).

167) *konnen wij ons ... meer ... voldoen*, kunnen wij het bevredigender verklaren.

168) *blijder*, helderder.

169) *buijten*, met uitsluiting van, in tegenstelling tot.

170) *na den swarten ... hellende*, naar een zwarte kleur zwemend.

171) Sinds L. in de brieven 110 [65], van 7 september 1688, *Alle de Brieven*, Dl. 8, blz. 22-56 en 113 [66], van 12 januari 1689, *idem*, Dl. 8, blz. 68-116, zijn klassiek geworden microscopische waarnemingen van de bloedsomloop in de capillairen van verschillende dieren publiceerde, heeft hij zich voortdurend bezig gehouden met de betekenis van deze waarnemingen voor de functie van het bloed, nl. onderhoud en groei.

Hierbij ging hij ervan uit, dat bloed bestond uit *dunne sappen* (dat bij hem, naar moderne opvattingen, zowel bloedplasma als serum kan zijn) en *globulen bloet (van de gene die het root maken)*, de rode bloedlichaampjes. Het transport van lucht door bloed wees L. op grond van zijn proeven met de luchtpomp reeds af in zijn brieven 120 [72], van 22 april 1692, blz. 4-28, en 121 [73], van 24 juni 1692, blz. 38-48 in dit deel. Aan de *dunne sappen* schreef L. het transport van stoffen naar de weefsels toe. Hij stelde na een studie van de bouw van de arteriewand vast, dat de *dunne sappen* niet door de arteriewand naar de weefsels konden gaan en kreeg het vermoeden, dat zij door de wanden van de capillairen buiten de bloedbaan zouden dringen; zie Brief 114 [67], van 1 april 1689, *Alle de Brieven*, Dl. 8, blz. 148-154; vgl. ook aant. 161 in deze brief.

In deze en de drie voorgaande alinea's stelt L., in analogie met de *Arterien* in het hout (zie ook aant. 161 op blz. 118), de hypothese op, dat de haarvaten zijtakjes *(vaatgens)* zouden hebben met een dusdanig kleine doorsnede, dat die wel de *dunne sappen* maar niet de rode bloedlichaampjes zouden doorlaten.

Om de groei en het onderhoud van de specifieke weefsels te kunnen verklaren neemt L. verder aan, dat de zijtakjes op de een of andere wijze specifieke stoffen uit de *dunne sappen* opnemen. De overblijvende *dunne sappen* zouden door beweging en hitte uitgezweet worden.

Hieraan verbindt L. tenslotte de verklaring voor het verschil in kleur tussen het lichtrode arteriële bloed en het paarsrode veneuze bloed, waarnaar hij reeds in 1674 zocht; zie brief 8 [4], van 1 juni 1674, *Alle de Brieven*, Dl. 1, blz. 92-96. Hij schrijft het verschil nu toe aan het meer resp. minder voorkomen van *dunne sappen.*

L. is er dus in geslaagd om, steunend op vroegere waarnemingen van de bloedsomloop, met toevoeging van enkele hypotheses, ontleend aan zijn houtanatomie, al redenerend een belangrijk proces van stofafgifte door het bloed aanwezig te veronderstellen in de capillairen. Het probleem, hoe die stoffen uiteindelijk de bloedbaan verlaten. heeft L. in deze redeneringen slechts verschoven van de capillairen naar de veronderstelde *seer kleijne dunne vaatgens.*

Volgens onze moderne opvattingen diffunderen de stoffen uit de bloedbaan door de endotheelcellen van de haarvaten in de lichaamsholten. Het verschil in kleur tussen arterieel en veneus bloed wordt veroorzaakt door de oxydatie resp. reductie van de haemoglobine in de rode bloedlichaampjes.

apart from many thin substances which are expelled from the body through great movements and also through great heat, namely, by sweating, we can explain these things even more satisfactorily than before, to wit, that Arterial blood, owing to the thin saps it contains, has a much more brilliant colour than the blood which is found in the Veins. For all the brilliant, beautiful red colour of Arterial blood, in contrast to the blood from the Veins, is only due to the fact that Arterial blood contains more of the substance which is called the Serum of the blood than does the blood in the Veins, and the less there is of the so-called serous substance in the blood, the more the blood tends towards black, as has also been said on a previous occasion [77]).

In 1686 CRANEN, as personal physician to FRIEDRICH WILHELM, elector of Brandenburg, went to Berlin, where he also died. It was not until 1688 that L. wrote at length about capillaries, which apparently formed the subject of his conversation with CRANEN, so that the latter must be assumed to have returned to the Netherlands once more after his departure to Berlin. L. did not entertain CRANEN's proposal to accompany him abroad, for to our knowledge L. never visited Germany (see ill. 21). *ill. 21.*

[77]) Ever since his publication in the Letters 110 [65], of 7 September 1688, *Collected Letters*, Vol. 8, pp. 23-57, and 113 [66], of 12 January 1689, *ibid.*, Vol. 8, pp. 69-117, of his classic microscopic observations of the blood circulation in the capillaries of different animals L. was constantly preoccupied with the relevance of these observations to the function of blood, *viz.* maintenance and growth.

In this he based himself on the assumption that blood consisted of *thin saps* (which for him might be what we now call blood plasma as well as serum) and *blood globules (of those which make it red)*, the red blood corpuscles. The conduction of air by blood was already dismissed by L. on the ground of his experiments with the air-pump in his Letters 120 [72], of 22 April 1692, pp. 5-29, and 121 [73], of 24 June 1692, pp. 39-49 in the present volume. The *thin saps* were thought by him to conduct nutritive substances to the tissues. After studying the structure of the wall of the *Arteries* he established that the *thin saps* cannot pass through that wall to the tissues and began to suspect that they would get out of the bloodstream through the walls of the capillaries; see Letter 114 [67], of 1 April 1689, *Collected Letters*, Vol. 8, pp. 149-155, and compare also note 74 to the present letter.

In this paragraph and the three preceding ones L., on the analogy of the *Arteries* in wood (see also note 74 on p. 119), frames the hypothesis that the capillaries have side branches *(little vessels)* with so small a cross-section that they do allow the passage of the *thin saps*, but not of the red blood corpuscles.

To explain the growth and the maintenance of the specific tissues, L. further assumes that the side branches absorb specific substances from the *thin saps* in one way or another. He thinks that the remaining *thin saps* are exuded through movement and heat.

On this, L. finally bases the explanation of the difference in colour between the brilliant red arterial blood and the purple venous blood, an explanation which he had been seeking already in 1674; see Letter 8 [4], of 1 June 1674, *Collected Letters*, Vol. 1, pp. 93-97. He now attributes the difference to the larger or smaller quantity of *thin saps* that is present.

On the basis of earlier observations of the circulation of the blood, to which a few hypotheses taken from his anatomy of wood were added, L. therefore managed, by reasoning, to assume an important process of delivery of nutritive substances by the blood in the capillaries. The problem how those substances ultimately leave the bloodstream was merely shifted by L. in these arguments from the capillaries to the hypothetical *very small and thin vessels.*

According to our modern views the substances diffuse from the bloodstream through the endothelium cells of the capillaries into the body cavities. The difference in colour between arterial and venous blood is caused by the oxidation and the reduction respectively of the haemoglobin in the red blood corpuscles.

Ik hebbe voor desen te meer maal [172]) geseijt [a]), dat de meelagtige stoffe van eenige [19]) Zaaden, bestonden uijt globulagtige deelen, en soo sien wij ook dat alle vrugten, als appelen, Peeren, en diergelijke, mede bestaan uijt globulagtige deelen, dog geen volkome ronde deelen, maar dat soo danige deelen in malkanderen schikken, waar door ijder bij na een bijsondere [173]) figuur aan neemt [174]).

Dese geseijde globulagtige deelen en werden ijder int bijsonder [175]), niet uijt eenig vat ofte [b]) vrugt gemaakt, maar wanneer een globulagtig deel is gemaakt, soo werd door soo een eerst gemaakte deel, weder soo veel stoffe gestooten, dat daar weder andere globule van werden voort gebragt.

Dit soo sijnde, soo mosten wij oordeelen dat ijder globule waar uijt niet alleen meest alle vrugten, maar ook de bladeren voor het meerendeel bestaan, weder met een vaatge of canaaltge moeten ve̅rsien sijn, waar door de stoffe na de grootmakinge tot onderhoudinge vande selvige moet gesonden werden [176]).

Bouw en structuur van de mispelsteen.

Ik hebbe op verscheijde jaren, de soo genoemde Mispel-steenen [177]), waar van ijder Mispel met vijf steentgens is versien, en welke soo genaamde steenen [c]), saaden vande Mispel sijn, nu in voorleden jaar [d]) van vijfentwintig Mispelen, alle de steenen geopent, en onder alle de geene die ik oeijt door sogt hebbe, maar een steen [e]), of saatge gesien, dat sijn volkoome Zaad in sig hadde.

Dese Mispel-steen of Zaad, stak boven alle die mij inde hand sijn gekomen, ongemeen in dikte uijt; en meest alle de andere steentgens of Zaad-huijsjens, waren niet alleen ongemeen hard, maar de plaatse [178]) daar de stoffe tot grootmakinge van het zaad most gevoert werden, lagen beijde de platte sijden vande steen, soo digt en vast op den anderen [12]), dat de vaatgens die de toe voerende stoffe, tusschen de steendeelen quamen in te stooten, waren niet magtig genoeg,

---

a) hs: geseijt geseijt b) A: vande c) A: steentgens d) A: inde verleden jaar e) A: steentge

172) Zie de brieven 17 [11], van 26 maart 1675, *Alle de Brieven*, Dl. 1, blz. 278, over zetmeel in erwten en zaden van tabak, en 26 [18], van 9 oktober 1676, *idem*, Dl. 2, blz. 132, over tarwezetmeel.

173) *bijsondere*, eigen, verschillend van andere.

174) L. beschrijft hier de cellen van vruchtvleesparenchym, die door verschil in grootte en door onderling afgeplat zijn verschillende vormen te zien geven. [Ka.]

175) *int bijsonder*, afzonderlijk.

176) Al sinds 1674 hield L. zich in het kader van de door hem ontwikkelde globulentheorie bezig met de vermeerdering van de globulen in plantaardige en dierlijke weefsels; zie de brieven 4, van 5 april 1674, *Alle de Brieven*, Dl. 1, blz. 68; 5 [3], van 7 april 1674, *idem*, Dl. 1, blz. 74-76; 8 [4], van 1 juni 1674, *idem*, Dl. 1, blz. 112-114; en 12 [7], van 19 oktober 1674, blz. 180; 99 [54], van 9 mei 1687, *idem*, Dl. 6, blz. 228-230. Nadien kwam hij vele malen op dit onderwerp terug; zie ook A. Schierbeek 1939: *Leeuwenhoek en zijn globulentheorie*, in *Natuurwetenschappelijk Tijdschrift*, Jrg. 21, no. 7, blz. 185-189.

Hier stelt L., dat elke *globule* een nieuwe *globule* voortbrengt en dat deze *globulen* met elkaar in verbinding staan door middel van een *vaatge of canaaltge*. Men krijgt de indruk, dat L. zich voorstelt, dat het weefsel van een vrucht of een blad bestaat uit een netwerk van *globulen*, die onderling verbonden zijn door *vaatgens*.

177) *Mispel-steenen*, mispelpitten.

178) *de plaatse*, lees: ter plaatse. C heeft: *eo in loco*.

I have frequently said before [78]) that the floury substance from some Seeds consisted of globular parts, and thus we also see that all fruits, such as apples, Pears, and the like, also consist of globular parts, but not perfectly round parts, but that these parts fit together, so that they nearly all take on different shapes [79]).

The said globular parts are not each produced separately from any vessel or fruit, but when one globular part has been produced, so much substance is again expelled by such a first part that other globules in turn are produced therefrom.

This being so, we are bound to assume that each globule of which not only most fruits, but also the leaves largely consist must also be provided with a little vessel or canal, through which, after growth, the substance must be conducted for its maintenance [80]).

Structure and texture of the medlar stone.

For several years past I have opened the so-called Medlar stones [81]), each of which contains five little stones, which so-called stones are seeds of the Medlar, and last year I opened all the stones of twenty-five Medlars, and among all those which I ever examined I found only one stone which contained a full-grown Seed.

This stone of the Medlar was uncommonly much thicker than all those which came into my hands; and most of the other little stones or Seed-capsules not only were uncommonly hard, but in the place where the substance for the growth of the seed had to be supplied the two flat sides of the stone lay so closely and firmly upon each other that the vessels which were to inject the substance to be supplied between the parts of the stone were unable to cause

---

[78]) See the Letters 17 [11], of 26 March 1675, *Collected Letters*, Vol. 1, p. 279, on starch in peas and seeds of tobacco, and 26 [18], of 9 October 1676, *ibid.*, Vol. 2, p. 133, on wheat starch.

[79]) L. here describes the cells of pulp parenchyma, which display different forms because their size differs and they are flattened against each other. [Ka.]

[80]) Ever since 1674 L. had studied, in the context of the theory on globules developed by him, the increase of the globules in vegetable and animal tissues; see the Letters 4, of 5 April 1674, *Collected Letters*, Vol. 1, p. 69; 5 [3], of 7 April 1674, *ibid.*, Vol. 1, pp. 75-77; 8 [4], of 1 June 1674, *ibid.*, Vol. 1, pp. 113-115; and 12 [7], of 19 October 1674, p. 181; 99 [54], of 9 May 1687, *ibid.*, Vol. 6, pp. 229-231. Later he frequently reverted to this subejct; see also A. Schierbeek 1939: *Leeuwenhoek en zijn globulen-theorie*, in *Natuurwetenschappelijk Tijdschrift*, Vol. 21, no. 7, pp. 185-189.

Here L. assumes that each *globule* produces a new *globule* and that these *globules* are interconnected by means of a *little vessel or canal*. One gets the impression that L. imagines that the tissue of a fruit or a leaf consists of a network of *globules* which are interconnected by *little vessels*.

[81]) *Medlar stones*, the pits.

om de steen deelen in wijte te doen uijt setten, en dus bleef, om soo te spreeken, ijder Zaad-huijsje vande Mispel, sonder sijn Zaad te ontfangen [179]).

Dog dese steen deelen of Zaad-huijsjens, en waren egter [130]) soo vast niet op den anderen, of daar wierden tusschen deselvige nog eenige weijnige deelen van Zaad-makinge gestooten.

Ik heb ook veel maal gesien, dat in het voorste gedeelte van het Zaad-huijsje, al soo verre een begin van het Zaad en Plant was gemaakt, dat [a]) in der selver ommetrek, of membrane eenige vaaten [180]) te bekennen waren. Maar het geene mij in dese ontledinge het meeste voldede [181]), dat was, dat ik op bijsondere [52]) plaatsen, in een Zaad huijsje, anders geseijt, tusschen de steen deelen vande Mispel, vond in gestooten eenige globulagtige deelen, die tot grootmakinge van het Zaad soude dienen [182]).

Dese deelen die ik tusschen verscheijde steenen hadde uijtgenomen, voor het vergroot glas [b]) gebragt hebbende, sag ik niet alleen, hoe dat uijt een globulagtig deel, een ander diergelijk deel, maar seer veele deelen wierde voort gebragt, en ik sag daar benevens in eenige [19]), dat in [183]) soo een globulagtig deel, nog met een vaatge was versien, waar door de voorstootende [c]) stoffe passeerde, om diergelijke deelen te maken [184]).

---

[a]) A: en dat [b]) A: voor vergroot-glasen [c]) A: voortstootende

[179]) Morfologisch kan de vrucht van de Mispel, *Mespilus germanica* L., het beste vergeleken worden met de pitvrucht of *pomum*, zoals de appel en de peer. Bij deze laatsten is een dun leerachtig epicarp (de schil) aanwezig, een vlezig mesocarp (het vruchtvlees), terwijl het endocarp leerachtig tot hoornig is en het klokhuis vormt. Wordt het klokhuis steenhard door de vorming van grote hoeveelheden steencellen, zoals bij de mispel, dan rekent men deze vruchten, in bouw overeenkomend met de pitvrucht, tot de steenvruchten en spreekt men van een stenig klokhuis (E. Reinders & R. Prakken 1964: *Leerboek der Plantkunde*, blz. 539).

Elke mispelsteen is één vijfde deel van zulk een vijfhokkig stenig klokhuis. In elke steen zijn twee ovula of zaadknoppen aanwezig; daarvan ontwikkelt zich echter hoogstens één ovulum tot een zaad. Zodoende komen er zeer vele zaadloze stenen voor. L. vond slechts één ontwikkeld zaadje op 125 (25 × 5) stenen. In Brief 99 [54], van 9 mei 1687, *Alle de Brieven*, Dl. 6, blz. 224-230, heeft L. reeds over de mispelsteen geschreven. Daar vroeg hij zich onder meer af, of het grote aantal zaadloze vruchten niet te wijten zou zijn aan een *manquement van genoegsame voetsel* en/of aan de geringe ruimte tussen de *platte sijden vande steen* (vruchtbladen) (*idem*, blz. 226). Ook in deze brief van 1692 wijt L. het uitblijven van de ontwikkeling van de zaden zowel aan een onvoldoende toevoer van voedende bestanddelen als aan een zuiver mechanische belemmering. Naar zijn mening zou de toevoer van de genoemde bestanddelen niet krachtig genoeg zijn om de beide helften van de mispelsteen zodanig uit elkaar te drukken, zodat er voor het zaad geen voldoende ruimte beschikbaar komt. Afgezien van het feit, dat L. niet bekend kon zijn met de achtergrond van de eigenlijke aanvang van de ontwikkeling van de zaadknop tot zaad, de bevruchting dus, heeft hij de fout gemaakt bij zijn beschouwing over de ontwikkeling van het zaad uit te gaan van de volwassen, reeds verharde toestand van de wand van de mispelsteen. [Ka.]

[180]) Het is niet uit te maken in welke zin de term *vaaten* gebruikt wordt, maar het lijkt er op, dat het hier om echte vaten gaat. [Ka.]

[181]) *voldede*, genoegen deed, tot tevredenheid stemde.

[182]) Wat hier beschreven wordt, is de rest van een niet tot ontwikkeling gekomen zaadknop of placentaire woekering, die duidelijk een cellulaire bouw vertoont; zie Brief 99 [54], van 9 mei 1687, *Alle de Brieven*, Dl. 6, blz. 224, afb. 24. [Kl.]

[183]) Het woord: *in* is overtollig.

[184]) Nadat L. bij zijn slotbeschouwingen over de houtanatomie (zie aant. 161 en 171) heeft aangenomen, dat er behalve de daar beschreven vaten nog andere, kleinere vaten moeten bestaan, die de bast, bladeren, vrucht en zaad van stoffen moeten voorzien, tracht L. hier het bestaan van dergelijke vaten aan te tonen in de mispelsteen.

the parts of the stone to expand, and thus each Seed-capsule of the Medlar failed, so to speak, to receive its Seed [82]).

However, these parts of the stones or Seed-capsules were not so firmly placed on each other but as to prevent seed-producing parts from being thrust between them.

I have also frequently seen that in the front part of the Seed-capsule a beginning of the Seed and the Germ had already been made to the extent that some vessels [83]) could be discerned in their neighbourhood or membrane. But what was most satisfactory to me in this dissection was that I found injected in different places into a Seed-capsule or, to put it differently, between the parts of the stones of the Medlar, some globular parts which were to serve for the growth of the Seed [84]).

Having placed these parts, which I had removed from between several stones, in front of the magnifying glass, I saw how from one globular part not only one similar part, but very many parts were produced, and I also saw in some of them that such a globular part was also provided with a small vessel through which passed the propelling substance for producing similar parts [85]).

---

[82]) Morphologically the fruit of the medlar, *Mespilus germanica* L., can best be compared with the pome *(pomum)*, such as the apple and the pear. In the latter a thin leathery epicarp (the rind) and a fleshy mesocarp (the pulp) are present, while the endocarp is leathery to horny and forms the core. When the core grows stony owing to the formation of large quantities of stone cells, as in the medlar, such fruits, whose structure resembles that of the pome, are classified with the drupes and we speak of a stony core (E. Reinders & R. Prakken 1964: *Leerboek der Plantkunde*, p. 539).

Each medlar stone is one fifth of such a five-seeded stony core. In each stone two ovules are present, but no more than one of these ovules develops into a seed. Accordingly there are a great many seedless stones. L. found only one developed seed in 125 (25 × 5) stones. In Letter 99 [54], of 9 May 1687, *Collected Letters*, Vol. 6, pp. 225-231, L. already wrote about the medlar stone. Amongst other things he wondered there whether the large number of seedless fruits might not be due to a *lack of sufficient nourishment* and/or to the small space between the *flat sides of the stone* (pericarps) (*ibid.*, p. 227). In the present letter of 1692, again, L. attributes the failure of the seeds to develop to an insufficient supply of nutritive substances as well as to a purely mechanical obstruction. In his opinion the supply of the said substances is not great enough to force the two halves of the medlar stone apart sufficiently, so that insufficient space becomes available for the seed. Apart from the fact that L. could not be acquainted with the background of the actual way in which the ovule begins to develop into a seed, *i.e.* the fertilization, in his study of the development of the seed he made the mistake of basing himself on the mature, hardened condition of the wall of the medlar stone. [Ka.]

[83]) It is impossible to tell in what sense the term *vessels* is used, but it seems likely that L. is referring to true vessels. [Ka.]

[84]) What is here described is the remnant of a non-developed ovule or placental growth, which clearly shows a cellular structure; see Letter 99 [54], of 9 May 1687, *Collected Letters*, Vol. 6, p. 225, ill. 24. [Kl.]

[85]) After having assumed in his final discussion of the anatomy of wood (see notes 74 and 77) that apart from the vessels there described there must also be other (smaller) vessels, which must supply the bark, the leaves, the fruits, and the seed with nutritive substances, L. now tries to demonstrate the existence of such vessels in the medlar stone.

Om dat [185]) men een naakter begrijp [186]) vande stoffe, die wij in veele pitten of kernen van Zaaden, het meel noemen, soude hebben, soo heb ik een vergroot-glas, daar een weijnig vande geseijde stoffe voor stond, den Teijkenaar ter hand gestelt.

fig. XXVIII. Fig: 20. EFMLK. vertoont een kleijn gedeelte vande geseijde meelagtige stoffe, dat soo groot niet en is, als een grof sand [187]): en welke stoffe als hier vooren geseijt, het meel genaamt [a]) werd, en waar in de jonge plant van de boom of vrugt beslooten leijt.

Gelijk nu als hier vooren is geseijt [b]), de steenagtige stoffe soo digt op malkanderen leijt, en soo stark is, dat deselve voor de ingestootene stoffe niet en wijkt, soo werden dese globulagtige stoffe, veeltijts met taksgewijse deelen, tusschen de weijnig holligheijt, die nog inde steen is, ingestooten, als hier met GH. ende IK. werden aan gewesen.

Hier komen wij niet alleen te sien, hoe dat uijt de weijnig [c]) globulagtige deelen, die met G. en H. werden aangewesen, het maaksel GMH. en soo ook uijt IK. het maaksel ILK. is voort gekomen. Maar wij konden ook te gelijk sien, dat veel vande globulagtige deelen, als hier vooren is geseijt, nog met een vaatge of ader sijn versien, waar door de voortstootinge tot het maken van meerder deelen geschiede, en welke vaatgens den Teijkenaar ontrent H. daar [188]) hier deselvige klaarder [189]) als op andere plaatsen konde sien, soo veel heeft na gevolgt [73]), als het hem doenlijk was, en ten ware de steenagtige deelen, soo digt niet op den anderen [12]) hadde gelegen, dat maar een enkel bolletge in dikte tusschen der selver deelen hadde konnen leggen, men soude deese deelen, nog der selver vaaten, soo naakt niet hebben konnen voor de oogen stellen [190]).

Sien wij nu hoe dat een globulagtig deeltge gemaakt sijnde, door het selvige een stoffe werd gesonden tot het maken van veel soo danige deelen, ende dat die deelen door een menigte van vaatgens of Canaaltgens als aan malkanderen sijn vereenigt, soo konnen wij ons wel inbeelden [191]), dat het insgelijks gelegen is met het maaksel vande meelagtige stoffe, van Taruw, Rogge, Erten, Boonen, en van alle meelagtige stoffe van Zaaden, ende [192]) de Zaaden die geen meelagtige stoffe in [d]) haar hebben, en niet beswangert sijn als [193])

---

[a]) A: genoemt [b]) A: hier boven is verhaald [c]) A: weynige [d]) hs: meelagtige in

[185]) *Om dat*, opdat.

[186]) *naakter begrijp*, helderder begrip.

[187]) Een *grof sand* heeft een diameter van ongeveer 870 μ.

[188]) *daar*, lees: daar hij.

[189]) *klaarder*, duidelijker.

fig. XXVIII. [190]) *Fig: 20* verheldert een en ander niet. Hetgeen over *G, H, I* en *K* in verband met *GMH* en *ILK* in de tekst wordt vermeld, laat zich in de figuur moeilijk terugvinden. Misschien is schuinslinks boven *G* en schuinsrechts boven *K* een *globule* afgebeeld, die aan een *vaatge* is verbonden.

Op onduidelijke gronden heeft Kleinhoonte in *Alle de Brieven*, Dl. 6, blz. 228, aant. 15, aangenomen, dat L. in deze brief van 1692 in de celwanden stippels waargenomen zou hebben, en dat de *vaatgens* identiek met de stippelkanalen zouden zijn. [Ka.]

[191]) *inbeelden*, indenken.

[192]) *ende*, lees: en ook met.

[193]) *als*, dan alleen.

In order that we might have a better idea of the substance which we call the flour and which is found in many stones or kernels of Seeds, I handed the Draughtsman a magnifying glass before which there was some of the said substance.

Fig. 20. EFMLK shows a small amount of the said floury substance, which is not so big as a grain of coarse sand [86]); this substance, as said before, is called the flour, and in it the young germ from the fruit of the tree is enclosed. *fig. XXVIII.*

Now whereas, as said before, the stony substance lies so close together and is so strong that it does not yield to the injected substance, these globular substances, often having branching parts, are injected into the small cavity that is still in the stone, as here shown at GH and IK.

Here we not only see how from the few globular parts shown at G and H the structure GMH, and in the same way from I and K the structure ILK, has been produced, but we could see at the same time that many of the globular parts, as said before, are also provided with a little vessel or artery, through which the propulsion for the production of additional parts takes place and which little vessels the Draughtsman has drawn as well as he could around H, since he could here see them more clearly than in other places; and if the stony parts had not lain so close upon each other that only a single globule could have lain between their parts, neither these parts nor their vessels could have been made so clearly visible [87]).

Now when we see how, when a globular particle has been produced, a substance is conducted by it for the production of many such parts, and that those parts are interconnected by a great many little vessels or Canals, we can imagine that the same applies to the structure of the floury substance of Wheat, Rye, Peas, Beans, and of all floury substances of Seeds, and also of the Seeds which do not contain any floury substance and contain nothing but

---

[86]) A *grain of coarse sand* has a diameter of about 870 μ.

[87]) *Fig. 20* does not clarify this. The references in the text to *G*, *H*, *I*, and *K* in connection with *GMH* and *ILK* can hardly be traced in the figure. Perhaps a *globule* connected to a *little vessel* is shown obliquely to the left above *G* and obliquely to the right above *K*. *fig. XXVIII.*

On obscure grounds KLEINHOONTE in *Collected Letters*, Vol. 6, p. 229, note 10, assumed that in this letter of 1692 L. observed pits in the cell walls, and that the *little vessels* were identical with the pit chambers. [Ka.]

met de plant, en welkers bladeren van de plant (uijtgesondert de vaaten die door de bladeren loopen) alle uijt globule bestaan, ende die globulen mede met vaaten of Canaaltgens aan malkanderen sijn vereenigt [194]).

Ik weet wel Hoogh Ed: Heeren, dat in mijne stellinge die ik kome te maken, en soo nu als dan aan Hare Hoogh Ed: hebbe gesonden, niet alle over een komen, maar tegen den anderen [12]) strijdende saaken daar in [a]) gevonden werden; soo sal ik al weder seggen, dat mijn doen is, niet langer mijn gevoelen staande te houden, tot ter tijd en wijle, ik beter onderrigt werde, of dat mijne aan merkingen [195]), mij tot andere gedagten doen over gaan, en ik sal mij noijt schame van dit mijn doen af [196]) te wijken, en onder des blijven.

Hoogh Edele Heeren.
Hare Hoogh Edele Alderonderdanigste [b]) Dienaar.
ANTONI VAN LEEUWENHOEK [c])

---

[a]) A: daar onder [b]) hs: Aderonderdanigste [c]) A: blijven enz: Antoni van Leeuwenhoek.

[194]) Op grond van zijn waarnemingen bij de mispelsteen neemt L. in analogie daarmee aan, dat het bladweefsel ook zou bestaan uit *globulen,* die door *vaaten of Canaaltgens* verbonden zijn, zie ook blz. 122 en aant. 176.

[195]) *aan merkingen,* de dingen, die ik opmerk, mijn waarnemingen. C heeft: *observationes meae.*

[196]) Met: *dit mijn doen* bedoelt L. natuurlijk niet de hier beschreven zuiver wetenschappelijke handelwijze, dat hij herroept wat hij als onjuist leert erkennen, maar zijn waarnemingen en beschouwingen. C heeft: *nec unquam a sententia mea discedere hac in parte me pudebit.*

the germ, while the leaves of the germ (with the exception of the vessels running through the leaves) all consist of globules, and that these globules are also interconnected by means of vessels or little Ducts [88]).

I am well aware, Very Noble Sirs, that not everyone will agree with the propositions which I put forward and which I have sent now and then to Your Honours, and that controversial matters are found therein. I must therefore say again that it is my principle to maintain my views until I become better informed, or my observations cause me to change my mind, and I shall never be ashamed of changing my mind. Meanwhile I remain,

Very Noble Sirs,
Yours Honours' Most Humble Servant,
ANTONI VAN LEEUWENHOEK

---

[88]) On the ground of his observations of the medlar stone L. assumes, on the analogy thereof, that the leaf tissue also consists of *globules*, which are interconnected by *little vessels or Ducts;* see also p. 123 and note 80.

Gericht aan: de Coninklijke Societeit.

Manuscript: Ondertekende, eigenhandige brief te Londen, Royal Society, MS. 1949, Early Letters L. 2. 41, zestien kwarto-bladzijden, met veertien gegraveerde figuren op een afzonderlijk blad.

GEPUBLICEERD IN:

A. van Leeuwenhoek 1693: *Derde Vervolg der Brieven* ..., blz. 508-531, 14 figuren (Delft: H. van Kroonevelt). – Nederlandse tekst [A].

A. van Leeuwenhoek 1695: *Arcana Naturae Detecta,* blz. 334-349, 14 figuren (Delphis Batavorum: H. a Krooneveld). – Latijnse vertaling.

A. à Leeuwenhoek 1722: *Opera Omnia, Seu Arcana Naturae ... Editio Novissima,* blz. 307-320, 14 figuren (Lugduni Batavorum: J. A. Langerak). – Latijnse vertaling.

N. Hartsoeker 1730: *Extrait Critique des Lettres de feu M. Leeuwenhoek,* in *Cours de Physique* ..., blz. 30-31 (La Haye: J. Swart). – Frans excerpt.

E. Valk 1745: *Genees-kundig Verhaal van de Algemeene in zwang gegaan hebbende Loop-ziekte, die te Kampen en in om-geleegene Streeken heeft gewoed, In 't Jaar 1736,* blz. 7-9 (2de nummering) (Haarlem). – Gedeelte van de Nederlandse tekst.

S. Hoole 1807: *The select Works of Antony van Leeuwenhoek* ..., Dl. 2, blz. 62-64 (London). – Engels extract van het middendeel van de brief.

A. J. J. Vandevelde 1922: *De Brieven 53 tot 75 van Antoni van Leeuwenhoek* ..., in Versl. en Meded. Kon. Vlaamsche Acad., Jrg. 1922, blz. 1053-1055. – Nederlands excerpt.

C. Dobell 1932: *Antoni van Leeuwenhoek and his „Little Animals"* ..., blz. 247-251, 4 figuren (Amsterdam). – Moderne Engelse vertaling van het begin van de brief.

KORTE INHOUD:

Waarnemingen van kleine diertjes in tandaanslag. Onderzoekingen over de voortplanting van de aal. Beschouwing over de *generatio spontanea* van de kikvors en de aal. Opmerkingen over het aantal bloedvaten bij een sprinkhaan.

FIGUREN:

In plaats van tekeningen zond L. aan de Royal Society een gravure, zoals die voorkomt in L.'s publicaties van deze brief. De originele tekeningen zijn niet teruggevonden.

Addressed to: the Royal Society.

Manuscript: Signed autograph letter, London, Royal Society, MS. 1949, Early Letters L. 2. 41, sixteen quarto pages, with fourteen engraved figures on a separate sheet.

PUBLISHED IN:

A. van Leeuwenhoek 1693: *Derde Vervolg der Brieven* ..., pp. 508-531, 14 figures (Delft: H. van Kroonevelt). – Dutch text [A].

A. van Leeuwenhoek 1695: *Arcana Naturae Detecta*, pp. 334-349, 14 figures (Delphis Batavorum: H. a Krooneveld). – Latin translation.

A. à Leeuwenhoek 1722: *Opera Omnia, Seu Arcana Naturae ... Editio Novissima*, pp. 307-320, 14 figures (Lugduni Batavorum: J. A. Langerak). – Latin translation.

N. Hartsoeker 1730: *Extrait Critique des Lettres de feu M. Leeuwenhoek*, in *Cours de Physique* ..., pp. 30-31 (La Haye: J. Swart). – French excerpt.

E. Valk 1745: *Genees-kundig Verhaal van de Algemeene in zwang gegaan hebbende Loop-ziekte, die te Kampen en in om-geleegene Streeken heeft gewoed, In 't Jaar 1736*, pp. 7-9 (2nd numbering) (Haarlem). – Part of the Dutch text.

S. Hoole 1807: *The select Works of Antony van Leeuwenhoek* ..., Vol. 2, pp. 62-64 (London). – English extract of the central part of the letter.

A. J. J. Vandevelde 1922: *De Brieven 53 tot 75 van Antoni van Leeuwenhoek* ..., in Versl. en Meded. Kon. Vlaamsche Acad., 1922, pp. 1053-1055. – Dutch excerpt.

C. Dobell 1932: *Antoni van Leeuwenhoek and his „Little Animals"* ..., pp. 247-251, 4 figures (Amsterdam). – Modern English translation of the opening part of the letter.

SUMMARY:

Observations of animalcules in dental tartar. Research on the reproduction of the eel. Remarks on the *generatio spontanea* of the frog and the eel. Remarks on the number of blood-vessels in a grasshopper.

FIGURES:

Instead of drawings L. sent the Royal Society an engraving such as appears in L.'s publication of this letter. The original drawings have not been traced.

Delft in Holland den 16e Septemb. 92 [1,a])

Hoogh Edele Heeren.
Mijn Heeren die vande Coninklijke Societeit.

Onderzoek tandaanslag.

Ik hebbe in mijn missive vanden 12e Septemb. 1683. onder andere gesprooken, vande levende schepsels, die inde witte stoffe sijn, de welke tusschen ofte aan onse tanden of kiesen sit, of aan groeijt [2]).

Na welke tijd, en voornamentlijk sedert twee à. drie jaren, ik verscheijde malen die stoffe hebbe besigtigt, tot [3]) mijn verwondering geen levende schepsels konnen bekennen.

Hier over mijn selven niet konnende voldoen [4]), heb ik voor genomen om alle mijn vermogen int werk te stellen, en soo naeuwkuerig te observeren als het mij doenlijk was. Dewijle [b]) ik mijn tanden boven gemeen reijn houde, om dat ik alle mergens mijn tanden met sout vrijve, en na den eeten veeltijts mijn tanden reijnig, met een schagt ofte vogel-penne, soo vond ik van buijten aan de tanden, seer weijnig van die stoffe sitten, en in het geene dat ik tusschen de tanden uijt nam, en konde ik niets dat leven hadde bekennen, daar op nam ik een weijnig van die stoffe die aan de voorste kiesen sat, en al hoe wel ik tot twee â. drie reijsen mijn observatien hervatten, soo en konde ik niet als voor de derde maal een â. twee dierkens sien leven. Dog ik sag wel deeltgens leggen, die ik mij voor vast in beelde [5]), dat levende Dierkens waren geweest [2]). Hier stond ik weder verstelt [6]), na de maal ik in, en ontrent die tijt dat ik over die Dierkens aan Hare Hoogh Ed: hadde geschreven, het mij noijt en hadde gemist [7]), het leven van die Dierkens te sien, en al hoe wel ik nu ook [c]) het selvige vergroot glas, ende werktuijgen daar toe dienstig [8]), ende die ik de bequaamste [9]) daar toe oordeelde gebruijkte, soo konde ik egter [10]) geen levende schepsels bekennen.

---

a) A: den 16. September 1692. b) hs: was, de wijle ik c) A: ook nu wel

1) De archieven van de Royal Society bevatten geen aantekeningen over de ontvangst en de behandeling van deze brief in haar vergaderingen.

2) Zie Brief 76 [39], van 17 september 1683, *Alle de Brieven*, Dl. 4, blz. 122. L. haalt de brief dus met een verkeerde datum aan; deze verkeerde datering komt ook voor in de gedrukte tekst.

3) Men leze: en tot mijn verwondering ... heb konnen bekennen.

4) *Hier over mijn selven niet konnende voldoen*, daar ik mij dit niet bevredigend kon verklaren.

5) *voor vast in beelde*, overtuigd was van.

6) *verstelt*, verwonderd.

7) *het mij noijt en hadde gemist*, het mij nooit mislukt was. De zin is verlopen; L. heeft het reeds genoemde onderwerp *ik (na de maal ik)* uit het oog verloren en slaat hier een andere weg in.

8) L. bezat vele microscopen met zeer sterk wisselende vergrotingen tot een maximum van ongeveer 500 × (zie Brief 65 [33], van 12 november 1680, *Alle de Brieven*, Dl. 3, blz. 336-338, aant. 173). Als werktuigen gebruikte L. kaarslicht, holle metalen spiegels en misschien ook condensorlenzen; zie W. H. van Seters 1933: *Leeuwenhoeck's microscopen, praepareer- en observatiemethodes*, in *Nederlandsch Tijdschrift voor Geneeskunde*, Dl. 77 (40), blz. 4588.

9) *bequaamste*, geschiktste.

10) *egter*, toch.

16th September, 1692

Delft in Holland, the 16th of September 1692 [1]).

Very Noble Sirs,
Gentlemen of the Royal Society.

Examination of dental tartar.

In my missive of the 12th of September 1683 I spoke, among other things, of the living creatures which are present in the white matter which lies or grows between or on our teeth or our molars [2]).

Since that time, and especially in the last two or three years, I have examined this stuff several times, but to my surprise I could discern no living creatures.

Being unable to satisfy myself about this, I made up my mind to do my utmost and to observe the matter as carefully as I could. Since I keep my teeth extremely clean because I rub them with salt every morning, and generally pick my teeth after meals with a bird's pen or quill, I found very little of that stuff on the outside of the teeth, and in what I got from between the teeth I could find nothing with life in it. Thereupon I took a little of the stuff that was on the front molars, but although I resumed my observations two or three times, it was not until the third time that I saw one or two animalcules that were alive. Yet I did see some particles lying about which I felt sure must have been living Animalcules [2]). This perplexed me again, seeing that at and about the time when I wrote to Your Honours about those Animalcules, I never failed to see there was life in them, but though I now used the very same magnifying glass and apparatus for it [3]), which I thought to be that best suited to the purpose, yet I could not discern any living creatures.

---

[1]) The records of the Royal Society do not contain any notes on the receipt and the discussion of this letter in its meetings.

[2]) See Letter 76 [39], of 17 September 1683, *Collected Letters*, Vol. 4, p. 123. L. therefore cites the letter under the wrong date; this wrong date also appears in the printed text.

[3]) L. possessed many microscopes with greatly varying magnifications, up to a maximum of about 500 times (see Letter 65 [33], of 12 November 1680, *Collected Letters*, Vol. 3, pp. 337-339, note 70). The equipment used by L. consisted of candle-light, concave metal mirrors, and perhaps also condenser lenses; see W. H. van Seters 1933: *Leeuwenhoeck's microscopen, praepareer- en observatiemethodes*, in *Nederlandsch Tijdschrift voor Geneeskunde*, Vol. 77 (40), p. 4588.

Na dat ik dan eenige tijd, mijne gedagten daar ontrent hadde laten gaan, quam mij de redenen van het doot sijn deser Dierkens, dus te binnen.

Ik drink meest of wel doorgaans [11]) 's mergens Coffeé, ende dat soo heet als het mij doenlijk is, waar door het sweet mij uijtbreekt. Vorders gebruijk ik selden eenige drank, als des middaags ende des avonts over maaltijt [12]), en bij dit mijn [a]) doen bevinde ik mij seer wel [13]). De Dierkens nu, die aan de tanden en aan de voorste kiesen inde witte stoffe sitten, de hitte vande Coffèe [14]) niet konnende verdragen, werden daar door gedoot. Gelijk ik veel maal getoont hebbe, dat de Dierkens die int water sijn, met een weijnig hitte komen te sterven [15]).

Hier op nam ik door behulp van een vergroot-spiegel [16]), de stoffe soo van, als tusschen de kiesen, die verder in mijn mond stonden, en al waar de hitte vande Coffeè, soo niet konde bij komen.

Dese stoffe vermengde ik met een weijnig speeksel [b]) uijt [17]) mijn mond, daar geen lugt-bellen in waren [18]), en ik handelde daar mede als ik voor desen plag te doen; en ik sag met soo een groote verwondering, als ik voor desen hadde gedaan, een onbedenkelijk [19]) groot getal van kleijne Dierkens, ende dat in soo een onbegrijpelijke kleijne quantiteit, vande voorverhaalde stoffe, dat het voor de geene die het selver met de oogen niet beschouwen, niet wel aan te nemen is. Dese dierkens of wel meest alle [20]) beweegden haar soo stark door den anderen [21]), dat de stoffe scheen te bewegen, en te leven.

Ik nam weder soo naeuwe toe sigt [22]), als het mij doenlijk was, ontrent de hoe grootheijt of lengte van veele haar [c]) lighamen, en wel meest op de kleijne Dierkens, die mij rondagtig schenen te sijn. Naderhand nam ik een grof sand, van die soort van sanden, alwaar [d]) hier te landen het Tin en ander huijsraat

---

[a]) A: my [b]) A: speekselt [c]) A: haar'er [d]) A: waar mede; in verband daarmee ontbreekt „mede" na „huysraad"

[11]) *doorgaans,* altijd.

[12]) *over maaltijt,* tijdens de maaltijd.

[13]) L. dronk sinds 1686 's ochtends koffie; zie Brief 99 [54], van 9 mei 1687, *Alle de Brieven,* Dl. 6, blz. 230-248, waar hij uitvoerig de anatomie van de koffieboon en het koffiezetten behandelt.

[14]) A: Cofféе. L. plaatst in het hs. de accenten niet duidelijk, zodat men menigmaal in onzekerheid verkeert of hij een accent aigu of een accent grave bedoelde. Soms heeft een accent grave een soort ophaaltje, waardoor het teken een accent circonflexe wordt. Bij de transcriptie hier is weergegeven wat er schijnt te staan, niet wat L. wellicht heeft bedoeld.

[15]) L. nam vroeger ook waar, dat bacteriën sterven door toevoeging van azijn aan het medium; zie Brief 76 [39], van 17 september 1683, *Alle de Brieven,* Dl. 4, blz. 132.

[16]) Een vergrootspiegel is een holle spiegel. L. gebruikte deze eerder bij zijn vorig onderzoek van tandaanslag in 1683 en bij de observatie van zijn neus in 1686 (Brief 76 [39], van 17 september 1683, *Alle de Brieven,* Dl. 4, blz. 124, en Brief 90 [49], van 2 april 1686, *idem,* Dl. 6, blz. 38). Zie over L.'s andere hulpmiddelen aant. 8 op blz. 132.

[17]) Onderaan blz. 510 van A staat een foutieve custode, in plaats van *trent* leze men „uyt".

[18]) L. trachtte de aanwezigheid van luchtbelletjes in het preparaat te vermijden, opdat *de lugtbellekens geen beweging in speeksel soude maken,* zoals hij schreef in Brief 76 [39], van 17 september 1683, *Alle de Brieven,* Dl. 4, blz. 126. Immers L.'s criterium voor de herkenning van *levende Dierkens* in het speeksel was de beweging van de *deeltgens;* zie blz. 132 van deze brief.

[19]) *onbedenkelijk,* ondenkbaar.

[20]) *meest alle,* de meeste ervan.

[21]) *door den anderen,* door elkaar.

[22]) *nam ... naeuwe toe sigt,* deed nauwkeurige waarnemingen.

After I had turned the matter over in my mind for some time, the reason why these Animalcules were dead occurred to me to be as follows.

I usually, or nearly always, drink Coffee in the morning, and this as hot as I can, so hot that it puts me into a sweat. Beyond this I rarely drink anything, except at noon and in the evening during meals, and by doing so, I find myself in the best of health [4]). Now the Animalcules which are present in the white stuff on the teeth and on the front molars, being unable to bear the heat of the Coffee, are killed by it, just as I have often shown that the Animalcules which are present in water will die owing to some heat [5]).

Thereupon I took, with the aid of a magnifying mirror [6]), the stuff from off and from between the molars further back in my mouth, where the heat of the Coffee could not reach it.

I mixed this stuff with a little spittle out of my mouth, in which there were no air-bubbles [7]), and I dealt therewith in the same way as I used to do before this; and I saw, with the same astonishment as ever before, an inconceivably large number of small Animalcules, and this in so incredibly small an amount of the aforesaid stuff that those who did not see it with their own eyes could hardly believe it. These animalcules, or most of them, moved so nimbly among one another that the stuff appeared to move and to be alive.

I again paid the closest attention I possibly could to the size or the length of the bodies of many of them, and particularly of the small Animalcules, which appeared roundish to me. Afterwards I took a grain of coarse sand, of the sort of sand with which in this country people scour Pewter and other

---

[4]) Ever since 1686 L. had taken coffee in the morning; see Letter 99 [54], of 9 May 1687, *Collected Letters*, Vol. 6, pp. 231-249, where he deals at length with the anatomy of the coffee-bean and with coffee-making.

[5]) L. formerly also observed that bacteria die when vinegar is added to the medium; see Letter 76 [39], of 17 September 1683, *Collected Letters*, Vol. 4, p. 133.

[6]) A magnifying mirror is a concave mirror. L. used it before, in his previous examination of dental tartar in 1683 and in the observation of his nose in 1686 (Letter 76 [39], of 17 September 1683, *Collected Letters*, Vol. 4, p. 125, and Letter 90 [49], of 2 April 1686, *ibid.*, Vol. 6, p. 39). On L.'s other appliances, see note 3 on p. 133.

[7]) L. tried to avoid the presence of air-bubbles in the preparation, in order that *the air-bubbles should cause no movement in spittle*, as he wrote in Letter 76 [39], of 17 September 1683, *Collected Letters*, Vol. 4, p. 127. Indeed, L.'s criterion for the recognition of *living Animalcules* in spittle was the movement of the *particles;* see p. 133 of this letter.

mede geschuert werd: welk sand ik stelde voor het vergroot-glas, waar door ik de Dierkens gesien hadde, en ik most na mijne naeuwkuerige af metinge, die ik met het oog quam te maken, seggen, dat de axe van het sand, meer dan duijsent maal langer was, dan de axe van een vande kleijne Dierkens, die ik in groote menigte quam te sien, en bij gevolg dan, was soo een sand, veel meer dan duijsent milioenen grooter, dan een vande kleijne voorverhaalde Dierkens [23]).

Als ook mede sag ik verscheijde Dierkens, welkers lighamen een weijnig dikker waren, als de hier vooren verhaalde kleijne dierkens, maar deselvige waren wel 5. á. 6. maal langer, als die dik waren, en daar bij was haar lighaam door gaans [24]) even dik, soo dat ik niet bekennen konde, wat haar hooft, ofte afterlijf [25,a]) was, te meer om dat in haar voort swemmen, dat seer langsaam was, (en alleen [26]) haar voort gang met een weijnig haar lighaam te buijgen mij toe scheen te geschieden) nu het eene, en dan weder het ander eijnde van haar lighaam, tot de voort gang gebruijkte.

fig. XXXIX. Dese Dierkens heb ik, soo als ik die quam te sien met fig: A. aan gewesen [27]).

Als mede sag ik verscheijde Dierkens, die seer na [28]) vande selvige lengte waren, en ook eenige een weijnig langer, dese beweegden haar lighamen in groote bogten, naar advenand [29,b]) de eerste Dierkens en maakten met die bogten, soo een snelle beweginge, met dan voorwaarts [c]), en dan agterwaarts

---

[a]) A: agterlijf [b]) hs: advenad [c]) hs: voortwaarts

[23]) Een *grof sand* geeft een diameter van ongeveer 870 μ; de hier genoemde *kleijne Dierkens* hebben dus een afmeting van ongeveer 1 μ.

Het is niet mogelijk om te zeggen, welke bacterie-soorten L. heeft gezien. De mondflora bij de mens is afhankelijk van voeding en mondhygiëne en kan van persoon tot persoon en bij één individu van plaats tot plaats verschillen. Vele mondbacteriën kunnen ook nu nog niet worden gekweekt, terwijl van andere een goede identificatie ontbreekt. Ook als men veronderstelt dat de mondflora in L.'s tijd niet anders was dan thans en dat L. wel de meest voorkomende bacteriën zal hebben gezien, blijft elke naamgeving een gis.

De *kleijne Dierkens, die mij rondagtig schenen te sijn* zijn waarschijnlijk dezelfde organismen als degenen die L. in Brief 76 [39], van 17 september 1683, *Alle de Brieven*, Dl. 4, blz. 126, beschrijft als de *derde soort.* C. DOBELL in zijn *Antony van Leeuwenhoek and his „Little Animals"* ... (1932), blz. 245, meende, dat deze soort *Micrococci* waren, maar KLUYVER stelde in aant. 29 van Brief 76, dat beweeglijke coccen uiterst zeldzaam zijn. Hij dacht aan het geslacht *Pseudomonas.*

Volgens hedendaagse ervaringen komen echter aerobe *Pseudomonas*-soorten weinig in de mond voor. Men zou kunnen denken aan de sterk beweeglijke *Vibrio sputorum*, die frequent op de tandvleeszoom gevonden wordt. [Wi.]

[24]) *door gaans*, overal.

[25]) *afterlijf*, Hollandse dialectvorm voor achterlijf.

[26]) *om dat*, lees: omdat zij.

en alleen ... te geschieden, en het scheen mij toe dat de voortbeweging alleen tot stand kwam door het lichaam iets te buigen. Het openende haakje (voor *en)* is zowel in het hs. als in A abusievelijk voor *met* geplaatst.

[27]) Volgens C. DOBELL 1932: *Antony van Leeuwenhoek and his „Little Animals"* ..., blz. 249, aant. 3: *Obviously bacilli of some sort, but otherwise unidentifiable.* Ook in Brief 76 [39], van 17 september 1683, *Alle de Brieven*, Dl. 4, blz. 126, aant. 25, fig. XIIIa *(fig: A)* en fig. XIIIb *(fig: A)*, beschreef L. een dergelijk organisme.

Het organisme gelijkt op de bacterie die door GINS als *Bacillus buccalis maximus* is beschreven (H. A. GINS 1949 (ed. 2): *Einführung in die Bakteriologie*, blz. 179). [Wi.]

household utensils. I placed this grain of sand in front of the magnifying glass through which I had seen the Animalcules, and I am bound to say, after making careful measurements, which I did by eye, that the axis of the grain of sand was more than a thousand times longer than the axis of one of the small Animalcules, which I saw in large numbers, and consequently such a grain of sand was far more than a thousand million times bigger than one of the aforesaid small Animalcules [8]).

I also saw several Animalcules whose bodies were a little thicker than those of the small animalcules described heretofore, but they were quite 5 or 6 times longer than they were thick, and moreover their body was of equal thickness throughout, so that I could not make out which was their head and which their abdomen, the more so because when they were swimming, which they did very slowly (and they seemed to me to move forward only by slightly bending their body) they would go ahead first with one end of the body and then with the other.

I have shown these Animalcules, such as I saw them, in fig. A [9]). *fig. XXXIX.*

I also saw several Animalcules which had almost the same length, and also some which were a little longer; these moved their bodies in great bends, in comparison with the first Animalcules, and with those bends they made so

---

[8]) A *grain of coarse sand* has a diameter of about 870 μ; the size of the *small Animalcules* here mentioned is therefore about 1 μ.

It is not possible to tell what species of bacteria L. has seen. The flora of the human mouth depends on nutrition and mouth hygiene, and it may vary from one individual to another as well as in one individual from one spot to another. Many mouth bacteria cannot yet be cultivated even now, while in other cases a proper identification is wanting. Even if we assume that the flora of the human mouth in L.'s time can hardly have been very different from what it is now and that L. will probably have seen the most common bacteria, any identification remains guesswork.

The *small Animalcules which appeared roundish to me* are probably the same organisms as those which L. describes in Letter 76 [39], of 17 September 1683, *Collected Letters*, Vol. 4, p. 127, as the *third species*. C. Dobell in his *Antony van Leeuwenhoek and his „Little Animals"* ... (1932), p. 245, thought that these were *Micrococci*, but Kluyver in note 21 to Letter 76 argued that motile cocci are extremely rare. He was thinking of the genus *Pseudomonas*.

According to present-day findings, however, aerobic *Pseudomonas* species are rarely found in the mouth. We might think of the highly motile *Vibrio sputorum*, which is frequently found on the edge of the gums. [Wi.]

[9]) According to C. Dobell 1932: *Antony van Leeuwenhoek and his „Little Animals"* ..., p. 249, note 3: *Obviously bacilli of some sort, but otherwise unidentifiable.* In Letter 76 [39], of 17 September 1683, *Collected Letters*, Vol. 4, p. 127, note 18, fig. XIIIa *(fig: A)* and fig. XIIIb *(fig: A)*, too, L. described such an organism.

The organism resembles the bacterium described by Gins as *Bacillus buccalis maximum* (H. A. Gins 1949 (ed. 2): *Einführung in die Bakteriologie*, p. 179). [Wi.]

uijt te swemmen, en wel voornamentlijk met haar [30]) in de lengte om te wentelen, dat ik die niet dan met groote verwondering, en vermaak weder beschoude, te meer, om dat ik die in eenige jaren, niet en hadde konnen ontdekken, als ik hier vooren hebbe geseijt. Want ik en sag niet alleen de snelle beweginge van hare lighamen, maar die kleijne dierkens die in groote menigte rondom dese dierkens swommen, wierden van haar soo weg gestooten, of gedreven, als wij ons in beelde te sien, dat een wittge of Uijltge, onder de muggen quam vliegen, ende dat de muggen, door de wieken van het wittge wierden, als weg
fig. XL. gestooten. Dese Dierkens heb ik met fig: B. aan gewesen [31]).

Vorders sag ik Dierkens die seer na [28]) vande selve dikte waren, maar van bijsondere [32]) lengte, dese hadden seer [a]) weijnig beweginge, dat ik veel maal most oordeelen, dat het geen levende schepsels waren, dog als ik onvermoeijt met het gesigt daar op bleef staan, soo konde ik sien, dat sij haar lighaam seer langsaam, ende dat met een seer flaeuwe bogt quamen in te buijgen, ende dus geen of weijnig [b]) voortgang quamen te maken: Dese Dierkens heb ik soo als
fig. XLI. ik die quam te sien, met fig: C. aan gewesen [33]).

Nu sag ik nog Dierkens, die seer na vande selfde dikte waren, maar in lengte, nog boven de laast geseijde uijt staaken, en selden sagmen twee van die soort bij den anderen [34]) leggen, ofte int nat voortdrijven, die van een ende deselve lengte waren. Dese dierkens sijn [c]) mede in een groot getal, waar van
fig. XLII. eenige regt, en andere weder met een bogt waren, als met fig: D. werden aan gewesen, dog hoe langer de Dieren waren, hoe minder beweginge of leven, ik daar aan bekennen konde, en schoon [35]) ik geen leven daar aan konde bekennen, soo stelde ik vast [36]), dat het levende schepsels sijn, ofte geweest hebben,

---

[a]) A: soo [b]) A: seer weijnig [c]) A: waren, dese sijn

[28]) *seer na*, nagenoeg, vrijwel.

[29]) *naar advenand*, overeenkomstig met.

[30]) *met haar*, door zich.

[31]) C. Dobell 1932: *Antony van Leeuwenhoek and his „Little Animals"* ..., blz. 250, aant. 2, merkte hierbij op: *these were evidently spirochaetes again: but the figures are very poor, and could hardly be identified without L.'s description of the organisms themselves.* [K.]

Soortgelijke organismen beschreef L. reeds in Brief 76 [39], van 17 september 1683, *Alle de Brieven*, Dl. 4, blz. 130 en fig. XIIIb *(fig: G)*. Dobell (*idem*, blz. 246) tekende hierbij aan: *unquestionably a spirochaete.* Kluyver daarentegen was de mening toegedaan, dat het waarschijnlijk een *Spirillum*-soort, behorende tot de zgn. echte bacteriën, betrof (*Alle de Brieven*, Dl. 4, blz. 130, aant. 44). Of het in *fig: G* van Brief 76 beschreven organisme een spiril dan wel een spirochaet met grove windingen *(Borrelia)* is geweest, kan niet met zekerheid gezegd worden. Toch lijkt Dobell's hypothese waarschijnlijker dan die van Kluyver. Als L. door scheve lichtinval een soort donkerveld-belichting heeft verkregen, zou hij zeer wel *Borrelia buccale*, die geregeld op de tandvleeszoom voorkomt, hebben kunnen zien. L.'s beschrijving (*bogen inde voortgang haar lichamen in bogen* in Brief 76, en *beweegden haar lighamen in groote bogten* in Brief 123) lijkt meer op het gedrag van *Borrelia* dan op die van de starre spiril. [Wi.]

[32]) *bijsondere*, verschillende.

[33]) Volgens C. Cobell 1932: *Antony van Leeuwenhoek and his „Little Animals"* ..., blz. 251, aant. 1, misschien een *Leptothrix*-soort. [K.]

[34]) *bij den anderen*, bij elkaar.

[35]) *schoon*, ofschoon.

[36]) *stelde ik vast*, meende ik met stelligheid.

nimble a motion, in swimming first forwards and then backwards, and particularly rolling about their longitudinal axis, that I could not but watch them again with great wonder and delight, the more so because I had not been able to discover them for several years, as I have said hereinbefore.

For I saw not only the nimble motion of their bodies, but also that the small animalcules which were swimming in large numbers round these animalcules were shoved off or driven away by them, just as if we imagined we saw a butterfly or a Moth flying among gnats and the gnats were as it were shoved away by the wings of the butterfly. I have shown these Animalcules in fig. B [10]. *fig. XL.*

I further saw Animalcules which were of almost the same thickness, but of different length; these moved so little that I was often bound to conclude that they were no living creatures. But when I could keep my eye on them, without getting tired, I could see that they bent their bodies very slowly, and that into a very faint curve, so that they did not move forward, or very little. I have shown these Animalcules, such as I saw them, in fig. C [11]. *fig. XLI.*

I saw yet other Animalcules, which were of almost the same thickness, but which even surpassed those last described in length; but one seldom saw two of this sort of one and the same length lying or floating in the fluid together. These animalcules, too, were very numerous; some of them were straight and others again with a kink, as shown in fig. D, but the longer the Animals were, *fig. XLII.* the less motion or life could I discern in them. And though I could discern no life in them, I was sure that they were living creatures or had been such, when

---

[10]) C. Dobell 1932: *Antony van Leeuwenhoek and his „Little Animals"* ..., p. 250, note 2, commented on this as follows: *these were evidently spirochaetes again: but the figures are very poor, and could hardly be identified without L.'s description of the organisms themselves.* [K.]

Similar organisms were already described by L. in Letter 76 [39], of 17 September 1683, *Collected Letters*, Vol. 4, p. 131 and fig. XIIIb *(fig: G)*. Dobell (*ibid.*, p. 246) commented: *unquestionably a spirochaete.* Kluyver on the other hand held that the organism was probably a *Spirillum* species, belonging to the so-called true bacteria (*Collected Letters*, Vol. 4, p. 131, note 26). It cannot be told with certainty whether the organism described in *fig: G* of Letter 76 was a *Spirillum* or a spirochaete with coarse convolutions *(Borrelia)*. All the same, Dobell's hypothesis would appear more probable than Kluyver's. If L. achieved a kind of dark-ground illumination through an oblique angle of light incidence, he may very well have seen *Borrelia buccale*, which is regularly found on the edge of the gums. L.'s description (*bent their bodies into curves in going forwards* in Letter 67, and *moved their bodies in great bends* in Letter 123) suggests the behaviour of *Borrelia* rather than that of the rigid *Spirillum.* [Wi.]

[11]) According to C. Dobell 1932: *Antony van Leeuwenhoek and his „Little Animals"* ..., p. 251, note 1, perhaps a *Leptothrix* species. [K.]

doen sij inde mond tegen de kiesen hebben aan geseten, ende aldaar veele sijn voort geteelt [37]).

Maar wij moeten nog meer verwondert staan, als wij gedenken, hoe alle dese Dierkens haar konnen bewegen, en verplaatsen, in soo een dikke stoffe, als de stoffe is, wanneer die tegen en tusschen de tanden aan sit, en hoe beswaarlijk, en langsaam haar beweginge in die stoffe moet sijn, daar [38]) in tegendeel wanneer die verhaalde stoffe, met speeksel vermengt is, ende de Dierkens door de vermenginge, inde vloeijbare stoffe gekomen sijnde, veele vande selvige sig als uijt gelaten aan stellen, ende niet op houden van bewegen, soo veel het oog bereijken kan [39]).

Voortplanting van paling.

Tis hier te lande bij na een algemeen seggen, dat de Ael en Paling [40]) sonder voorteelinge geschapen werd [41]), en of ik al seg, dat sulks voor mij

---

[37]) Volgens C. DOBELL 1932: *Antony van Leeuwenhoek and his „Little Animals"* ..., blz. 251, aant. 3, bijna zeker een *Leptothrix*-soort; zie ook aant. 33 van deze brief. [K.]

Een overeenkomstige beschrijving van deze *Dierkens* geeft L. in Brief 76 [39], van 17 september 1683, *Alle de Brieven*, Dl. 4, blz. 128, fig. XIIIa *(fig: F)* en fig. XIIIb *(fig: F)*. Bij de bespreking van die brief sloot DOBELL zich aan bij C. ROBIN, die op grond van de Latijnse vertaling van deze brief deze organismen reeds in 1853 als *Leptothrix buccalis* identificeerde (C. DOBELL 1932: *idem*, blz. 246, aant. 1 en 3; *Alle de Brieven*, Dl. 4, blz. 128, aant. 31).

Volgens M. N. GILMOUR *et al.* zou *Leptothrix buccalis* thans *Bacterionema matruchotti* moeten heten (*The classification of organisms termed Leptotrichia (Leptothrix) buccalis. I. Review of the literature and proposed separation into Leptotrichia buccalis Trevisan, 1879 and Bacterionema Gen. Nov., B. matruchotti (Mendel, 1919) Comb. Nov.*, in *Bateriological Reviews*, Dl. 25 (1961), blz. 131). [Wi.]

[38]) *daar*, terwijl.

[39]) Deze brief is de laatste, waarin L. uitvoerig over de mondflora bij de mens schrijft. Men kan dus het hier beschreven onderzoek als de afsluiting van zijn werk over dit onderwerp beschouwen. In vergelijking met de vorige Brief 76 [39], van 17 september 1683, *Alle de Brieven*, Dl. 4, blz. 124-136, over de mondflora, bevat deze brief zowel naar L.'s mening als naar moderne opvatting slechts een bevestiging van het in 1683 beschreven onderzoek (zie ook de voorgaande aantekeningen 23, 27, 31 en 37). Echter, de tekeningen die aan deze brief van 1692 zijn toegevoegd, zijn minder overtuigend dan die bij de brief van 1683 en bieden dan ook nauwelijks houvast voor een identificatie; zie blz. 138, aant. 31.

[40]) Over het onderscheid, dat L. maakt tussen *Ael* en *Paling*, zie Brief 81 [42], van 25 juli 1684, *Alle de Brieven*, Dl. 4, blz. 292.

[41]) L. gebruikt *geschapen werd* hier niet in de zin van „door God geschapen", maar in de betekenis van „ontstaan".

L. bespreekt in deze brief de Europese paling, *Anguilla anguilla* (L.), die in Nederland voorkomt in brakke en zoete wateren. In de zomer, in augustus, begint de trek van de volwassen paling (de schieraal) in de richting van de zee op zijn buitengewoon lange weg naar de paaiplaatsen in de Sargassozee in het zuidoosten van de Noordatlantische Oceaan. Daar vindt in het voorjaar de paring plaats en worden de larven, *leptocephali*, geboren. Hoogst waarschijnlijk sterven de palingen kort na de paring.

De bladvormige, doorschijnende larven worden door de Golfstroom meegevoerd, terug naar Europa. Gedurende deze passieve reis, die 2½ jaar duurt, nemen de larven in grootte toe tot ca 75 mm. Bij de nadering van het Europese continentale plat begint in de zomer van het derde levensjaar de metamorphose van de larven in glasaaltjes, eveneens doorschijnend, maar iets korter en rolrond.

De glasaaltjes steken het continentale plat over en dringen de riviermonden binnen, waar zij in het zoete dan wel brakke water de metamorphose tot jonge alen *(yellow eels* in het Engels) doormaken.

De jonge alen dringen vaak de zoete wateren van het continent verder binnen en groeien in 4 tot 18 jaar uit tot volwassen schieralen. De glasaaltjes bereiken ongeveer in maart de Noordzee en de Nederlandse kust en trekken kort daarop de Nederlandse rivierren binnen.

they stuck to the molars in the mouth, and that many reproduced themselves there [12]).

But we must be even more astonished when we consider how all these Animalcules can move and shift about in matter as thick as this when it sticks against and between the teeth, and how hard and slow must be their movement in such matter, whilst on the other hand, when the said matter is mixed with spittle and by this mixing the Animalcules have got into the fluid matter, many of them carry on in a way as if they were elated, and never stop moving, so far as the eye can see [13]).

In this country it is almost generally said that the Eel is generated without

Reproduction of eel.

---

[12]) According to C. Dobell 1932: *Antony van Leeuwenhoek and his „Little Animals"* ..., p. 251, note 3, almost certainly a *Leptothrix* species; see also note 11 to this letter. [K.]

A similar description of these *Animalcules* is given by L. in Letter 76 [39], of 17 September 1683, *Collected Letters*, Vol. 4, p. 129, Fig. XIIIa *(fig: F)* and Fig. XIIIb *(fig: F)*. In discussing that letter, Dobell agreed with C. Robin, who on the strength of the Latin translation of the letter identified these organisms as far back as 1853 as *Leptothrix buccalis* (C. Dobell 1932: *ibid.*, p. 246, notes 1 and 3; *Collected Letters*, Vol. 4, p. 129, note 22).

According to M. N. Gilmour *et al. Leptothrix buccalis* should now be called *Bacterionema matruchotti* (*The classification of organisms termed Leptotrichia (Leptothrix) buccalis.* I. *Review of the literature and proposed separation into Leptotrichia buccalis Trevisan, 1879 and Bacterionema Gen. Nov., B. matruchotti (Mendel, 1919) Comb. Nov.*, in *Bacteriological Reviews*, Vol. 25 (1961), p. 131). [Wi.]

[13]) This letter is the last in which L. writes at length about the flora of the human mouth. The research here described can therefore be considered the conclusion of his work on this subject. As compared with the earlier Letter 76 [39], of 17 September 1683, *Collected Letters*, Vol. 4, pp. 125-137, on the flora of the mouth, both in L.'s opinion and according to present-day views this letter merely contains a confirmation of the research described in 1683 (see also the preceding notes 8, 9, 10, and 12). However, the drawings annexed to this letter of 1692 are less convincing than those annexed to the letter of 1683, so that they offer little to go by for an identification; see p. 139, note 10.

[14]) In this letter L. discusses the European eel, *Anguilla anguilla* (L.), which occurs in the Netherlands in brackish and fresh waters. In the summer, in August, the adult eels (the silver eels) start their migration in the direction of the sea on their extremely long peregrination to the spawning-grounds in the Sargasso Sea, the south-eastern area of the North Atlantic. There they breed in spring, and the larvae, *leptocephali*, are born there. In all probability the eels die shortly after breeding.

The leaf-shaped, transparent larvae are carried along by the Gulf Stream, back to Europe. During this passive journey, which takes 2½ years, the larvae increase in size to about 75 mm. As they approach the European continental shelf in the summer of their third year the metamorphosis begins of the larvae into elvers, which are also transparent, but slightly shorter and cylindrical.

The elvers cross the continental shelf and enter the estuaries, where in the fresh or brackish water they undergo metamorphosis into yellow eels.

The yellow eels often enter further into the fresh waters of the continent and in four to eighteen years grow into adult silver eels. The elvers reach the North Sea and the Dutch coast approximately in March and shortly afterwards enter the Dutch rivers.

onmogelijk is te begrijpen, en dat bij aldien sulks waar was, waar om dat als dan, niet te voorschijn komen, soo een groote menigte van Alen en Palingen, dat onse water gragten, daar door als vervult werden [42].

Dit seggen en heeft alleen geen plaats bij [a]) de Gemene Man, maar het komt mij selfs van Aansienlijke en Geleerde Luijden te vooren [43]. Ja men komt soo verre, dat men seijt te weten hoe, en waar de Ael en Paling voort geteelt werd, en die [44]) is dese.

Men neemt inde maant Meij, twee sooden of spitten Aerde, die met gras bewassen sijn, en men leijt die twee sooden, met der selver gras bewassen sijden [b]), op malkanderen, en dus legtmen deselve voor sonnen ondergang, soo verre int water, dat het gras met de superfitie of oppervlak, van het water gelijk komt.

Wanneer nu des avonts den dauw wel [45]) gevallen is, soo neemt men des anderen daags 's mergens de sooden aarde uijt het water, en men vint tusschen het gras, verscheijde seer kleijne Alen, die men als dan oordeelt, dat uijt den dauw sijn voortgekomen, en tot meerder bevestinge voegtmen daar bij, dat soo het niet en dauwt, soo salmen geen jonge Alen int gras vernemen.

Dit sijn dan de redenen die men weet te geven, dat de Alen door den dauw werden voort geteelt.

---

[a]) hs: mij [b]) A: sijnde

L. keert zich in deze brief tegen de heersende opvatting van de *generatio spontanea* van de paling. Nu, achteraf, weten wij, dat zijn poging om de voortplanting van de paling te verklaren bij voorbaat tot mislukken gedoemd was. Het raadsel, dat sinds ARISTOTELES de geleerde wereld fascineerde, is eerst in recente tijd door de Deense bioloog JOHANNES SCHMIDT (1877-1933) opgelost.

Het geheim van de voortplanting van de paling bleef eeuwenlang onopgelost, omdat men er o.a. niet in slaagde in de paling de geslachtsorganen te vinden. Dit schuilt in het feit, dat de ontwikkeling van die organen niet eerder voltooid is, voordat de volwassen schieraal reeds in volle zee is, op weg naar de paaiplaatsen (L. BERTIN, 1956: *Eels, passim).*

In L.'s tijd waren er twee opvattingen over de voortplanting van de paling: de *generatio spontanea* en een vage vorm van viviparie (het levend baren).

De opvatting van de *generatio spontanea* was een geleerde traditie, die terugging op een onjuiste interpretatie en vertaling van ARISTOTELES' hoofdstuk over de paling in diens *Historia Animalium*, VI, 15, in het bizonder op de passage:

„The eels come from what we call the entrails ἔντερα γῆς of the earth. These are found in places where there is much rotting matter, such as the sea, where seaweeds accumulate, and in the rivers, at the water's edge, for there, as the sun's heat develops, it induces putrefaction". (L. BERTIN, 1956: *Eels*, blz. 1-2).

Binnen de opvatting van de *generatio spontanea* kende L. twee theorieën. De ene vertelde van het ontstaan van paling uit dauw in de maand mei (zie blz. 142-144 in deze brief) en de andere het ontstaan van paling uit *Aels-vellen* (zie blz. 164 in deze brief).

De opvatting van de viviparie komt naar voren in het verhaal over de darmparasieten van de paling (zie blz. 154 in deze brief).

[42]) *vervult werden*, geheel gevuld worden.

L. leidt uit het ontstaan van paling zonder voortteling af, dat er dan veel meer palingen zouden moeten voorkomen, dan er in werkelijkheid zijn.

[43]) De zin betekent: Dit wordt niet alleen beweerd door gewone mensen, maar ik heb het zelfs gehoord van ... enz..

[44]) L. denkt hierbij wel aan het (niet gebezigde) zelfstandige naamwoord „wijze"; men leze dus: en de wijze waarop men meent dat het gebeurt is de volgende.

[45]) *wel*, flink.

procreation [14]), though I may say that this is impossible for me to understand and that, if it were true, why do there not appear so large a number of Eels that our canals are practically filled with them [15]).

This saying is usual not only among the Common People, but I have even heard it from Distinguished and Learned Persons. Nay, people go so far as to say they know how and where the Eel is generated, and the way in which they think it happens is as follows.

In the month of May two sods or spits of Earth are taken which are covered with grass, and these two sods are laid with their grass-covered sides on each other, and they are thus laid before sunset in the water in such a way that the grass is flush with the surface of the water.

Now when in the evening a heavy dew has fallen, the sods of earth are taken out of the water the next morning, and then several very small Eels are found among the grass. It is then thought that these have been generated from the dew, and for further confirmation it is added that if there is no dew, no young Eels will be found in the grass.

These, then, are the reasons which people pretend to give why Eels are generated by the dew.

In this letter L. turns against the prevalent belief in the *generatio spontanea* of the eel. We now know that his attempt to explain the reproduction of the eel was foredoomed to failure. The mystery which fascinated scholars ever since Aristotle was solved only recently by the Danish biologist Johannes Schmidt (1877-1933).

The mystery of the reproduction of the eel remained unsolved for many centuries because no one succeeded, for instance, in finding the sexual organs in the eel. This is due to the fact that the development of those organs is not complete until the adult silver eels have reached the open sea, in their migration to the spawning-grounds (L. Bertin, 1956: *Eels, passim).*

In L.'s day there were two views of the reproduction of the eel: *generatio spontanea* and a vague form of viviparity.

The belief in *generatio spontanea* was a learned tradition dating back to a misinterpretation and wrong translation of Aristotle's chapter on the eel in his *Historia Animalium*, VI, 15, specifically to the following passage:

„The eels come from what we call the entrails ἔντερα γῆς of the earth. These are found in places where there is much rotting matter, such as the sea, where seaweeds accumulate, and in the rivers, at the water's edge, for there, as the sun's heat develops, it induces putrefaction." (L. Bertin, 1956: *Eels*, pp. 1-2).

Within the scope of the belief in *generatio spontanea* L. was acquainted with two theories. According to the one eels were generated from dew in the month of May (see pp. 143-145 of this letter) and according to the other from *Eel Skins* (see p. 165 of this letter).

The theory of viviparity is set forth in the story about the intestinal parasites of the eel (see p. 155 of this letter).

15) From the generation of eels without procreation L. concludes that there would then have to be much greater numbers of eels than there actually are.

Dog die wat verder sien, die weten, dat wij in windig weer geen dauw en konnen hebben. De [a]) jonge Alen nu als het windig weer is, houden haar diep int water [46]), en hoe warmer weder dat [b]) het is sonder wint, hoe meerder de op gedrevene vogt sal neder daalen, die wij dauw noemen.

De jonge Alen die met warm weder loopen of swemmen, en haar begeven inde groente [47]), ontrent de superfitie van het water, sullen na alle aparentie tusschen het gras, vande op malkanderen leggende sooden aarde in kruijpen, of swemmen [48]), en dit sal na alle aparentie, de voorteelinge vande Alen genaamt werden.

„Navel-bloet" van paling.

Ik hebbe int begin vande maant maart Paling genomen, die weijnig dagen daar te vooren gevangen was, ende deselvige aan dat deel op gesneden [49]), daar de excrementen geloost werden, welke plaats bij de Visschers, en Gemene Man, de Navel genaamt werd. Om te sien, of ik daar ontrent, eenig deel soude vinden, die men de naam van Baar-moeder soude konnen geven, om dat bij mijn vast stond, dat de Ael en Paling, der selver jongen in haar lighaam dragen, gelijk veel Visschen doen, als Haijen, Bruijn-vis, Bont-vis [50]), Wal-vis enz: dog ik konde niet [51]) sien, het geene nooterens waardig was, als alleen, dat ik een soort van roode stoffe [52]), die ontrent de soo genoemde navel leijt, welke stoffe men Navel-bloet [53]) noemt, waar in ik een holligheijt vernam [54]).

Ik snede het soo genoemde Navel-bloet van vier distincte Palingen, over dwars ontstukken, en ik drukte uijt het selvige een weijnig vogt die ik observeerde, en sag [c]) verscheijde maal, dat door de deeltgens bloet, die het selvige root maken, en welk bloet onder de uijt gedrukte stoffe was, op twee à. drie bijsondere [32]) plaatsen, een weijnig beweginge geschiede.

Ik spande alle mijn kragten in, om de oorsaak van de meer als gemene beweginge, die in het bloet geschiede, na te spueren, en sag eijntelijk tot drie distincte reijsen, dat het levende Dierkens waren, sijnde van soo danige groote en uijt gestrektheijt, als de groote van een deeltge bloet, die het selvige root maakt.

---

[a]) A: hebben, de [b]) A: weder het [c]) A: en verscheijde

[46]) L.'s opmerkingen over het gedrag van de aal bij winderig weer zijn inderdaad juist. [D-r.]

[47]) *de groente*, het groen.

[48]) Jonge aal is bij warm, rustig weer geneigd langs de oppervlakte van het water te zwemmen en kruipt bij voorkeur tussen planten. De verklaring van L. voor de aanwezigheid van jonge aal in graszoden bij dampig weer is naar mijn mening dan ook geheel juist. [D-r.]

[49]) *op gesneden*, opengesneden.

[50]) *Bont-vis*, vermoedelijk de tuimelaar, *Tursiops truncatus* Mont., een ongeveer drie meter lange soort dolfijn. [D-r.]

[51]) *niet*, niets.

[52]) Hier ontbreekt het werkwoord, bijv. „zag".

[53]) Het *Navel-bloet* is een nu niet meer voorkomende term voor de oernier of mesonephros, die bij de paling onmiddellijk achter de anus is gelegen. Zie uitvoeriger hierover Brief 33 [21], van 5 oktober 1677, *Alle de Brieven*, Dl. 2, blz. 242, aant. 17. De Beaufort en Schierbeek veronderstellen, dat L. in deze brief van 1692 het *Navel-bloet* identificeert met de baarmoeder van de paling. Zoals uit het verdere verloop van deze brief zal blijken, is deze veronderstelling ten onrechte. Zie ook de aant. 63, 85, 89, 107.

[54]) *vernemen*, waarnemen, zien.

But those who see a little further know that we cannot have dew in windy weather. Now the young Eels, when the weather is windy, remain deep in the water [16]), and the warmer the weather, without any wind, the more the moisture that is sucked up, which we call dew, will fall.

The young Eels, which in warm weather crawl or swim and make their way into the green plants near the surface of the water, to all appearance will crawl or swim between the grass of the sods lying on each other [17]), and this to all appearance will be called the generation of Eels.

„Navel Blood" of eel.

In the early part of the month of March I took an Eel which had been caught a few days before, and I cut it up in that part where the excrements are discharged (which part is called the Navel by the Fisherman and the Common People), in order to see whether I could find thereabouts any part which might be given the name of Womb, because I was convinced that Eels carry their young in their bodies, as do many Fishes, such as Sharks, Porpoises, ,Tumblers' [18]), Whales, etc.; but I could see nothing that was worth noting, except a kind of red matter, which lies near the so-called navel, which matter is called Navel Blood [19]), in which I perceived a cavity.

I cut the so-called Navel Blood of four different Eels crosswise to pieces, and I pressed a little moisture from it, which I observed, and I saw several times that there was some movement in two or three different places in the particles of the blood which make it red, which blood formed part of the pressed-out matter.

I did my utmost to investigate the extraordinary movement that took place in the blood, and I finally saw on three different occasions that it was due to living Animalcules, which had the same size and volume as a particle of the blood which makes it red.

---

[16]) L.'s remarks on the behaviour of eels in windy weather are actually correct. [D-r.]

[17]) In warm and quiet weather yellow eels tend to swim along the surface of the water and preferably hide among plants. I therefore consider that L.'s explanation of the presence of yellow eels in sods during hazy weather is quite correct. [D-r.]

[18]) *Bontvis* (,Tumbler'), presumably the bottle-nosed dolphin, *Tursiops truncatus* Mont., a dolphin species about 3 metres long. [D-r.]

[19]) *Navel Blood* is an obsolete term for the mesonephros, which is situated immediately behind the anus in the eel. For more details about this, see Letter 33 [21], of 5 October 1677, *Collected Letters*, Vol. 2, p. 243, note 8. De Beaufort and Schierbeek assume that in this letter of 1692 L. identifies the *Navel Blood* with the womb of the eel. As will appear from the rest of this letter, this assumption is wrong. See also notes 21, 29, 30, and 38.

Dese geseijde Dierkens waren van een ende deselvige groote, en haar maaksel was, als of vier à. 5. lange deeltgens voort quamen, uijt het midden van een kleijn lighaam. Aan het eijnde van dese lange deeltgens waren deselve wat dikker, hare beweginge waren door gaans [11]) met een omwentelinge [55]).

Welke dierkens ik niet in eene Paling, maar verscheijde malen hebbe ontdekt, en ten ware [56]) de geseijde Palingen, eenige uren daar te vooren in een ton daar geen water in was hadde gestaan, en ook int afhalen van haar vel, geen water was gebruijkt geweest, en uijt de Paling bij mij soo droog sijnde, het soo genoemde Navel-bloet was gesneden, ik soude gedagt hebben, dat de verhaalde dierkens bij geval [57]), uijt het water af komstig hadden geweest.

Naderhand heb ik die soort van Dierkens, in het soo genoemde Navel-bloet, van verscheijde Alen gevonden. Dog het is mij wel te vooren gekomen [58]), dat ik geen Dierkens in het navel-bloet heb konnen ontdekken, hoe naarstig ik ook toesag.

Vorders ging ik ondersoeken, die [a]) stoffe die men Navel-bloet noemt, en sag dat deselvige, als men die aan kleijne deelen van een scheijde, bestond uijt doorschijnende deelen, die door gaans [24]) beset waren met rondagtige deelen van verscheijde grootheden, ende welke weder bestonden uijt kleijnder ronde deelen, dese deelen hadden een bruijn roode [59]) Couluer, soo dat mij hier bleek dat het geene men navel-bloet noemt, gans geen gelijkenis na bloet heeft.

„Teel-lid" van paling.

Ontrent vijf à. ses weken na de verhaalde observatien, sijnde inde Maant April, ondersogt ik weder verscheijde Alen, als wanneer ik aan eenige konde bekennen [60]), dat de [b]) plaats, alwaar de excrementen geloost werden, dat [61]) men als hier vooren is geseijt, de Navel noemt, twee distincte openingen waren, die seer digt bij den anderen [34]) geplaatst lagen, soo dat ik mij doen vast in beelde [62]), dat de onderste opening, de welke de kleijnste was, een Teel-lid was [63]).

---

[a]) A: de [b]) A: op de plaats

[55]) Wellicht is hier een parasitaire sporozoë bedoeld, bijv. *Hoferellus*. Sterke toename van deze parasieten kan tot nierbeschadiging leiden en zodoende de dood veroorzaken. Blijkbaar heeft L. enkele palingen gezien, die met deze parasieten geïnfecteerd waren. De afmetingen van de parasieten zijn inderdaad ongeveer als die van een rood bloedlichaampje. [D-r.]

[56]) *ten ware*, als niet. Als de paling niet droog bewaard en droog gevild was, dan zou ik gedacht hebben ....

[57]) *bij geval*, bij toeval.

[58]) *te vooren gekomen*, overkomen.

[59]) *bruijn roode*, donkerrode.

[60]) *bekennen*, zien, bespeuren.

[61]) *dat*, lees: die (nl. de plaats).

[62]) *ik mij doen vast in beelde*, ik toen ervan overtuigd was.

[63]) Met *Teel-lid* bedoelt L. hier de vrouwelijke geslachtsopening. Echter *de onderste opening* kan niet anders dan de uitmonding van het nierstelsel van de aal zijn, die direct caudaal van de anus ligt. Duidelijker blijkt dit op blz. 158: *mede na de staart toe geplaatst*. Hier uit volgt, dat het met kwik opgespoten lichaam van figuur XXXVII de urineblaas geweest moet zijn. Zie ook de aant. 53, 85, 89, 107. De geslachtsopening wordt eerst veel later gevormd, als de aal zich al in zee bevindt op weg naar de paaiplaats. [D-r.]

fig. XXXVII.

The said Animalcules had one and the same size, and it looked as if four or five long particles came forth from the centre of a small body. These long particles were a little thicker at the end, and their movement was generally by turning about [20]).

I discovered these animalcules not just in one Eel, but in several, and if the said Eels had not, for some hours previously, been in a barrel in which there was no water, while no water had been used when they were skinned, and the so-called Navel Blood had not been cut out by me from the Eel that was dry, I should have thought that the said animalcules had originated accidentally from the water.

Later on I found this sort of Animalcules in the so-called Navel Blood of several Eels. But it has indeed befallen to me that I could discern no Animalcules in the navel blood, however diligently I looked.

Furthermore I began to examine the matter which is called Navel Blood, and I saw that, when one divided it into small particles, it consisted of transparent parts, which were covered all over with roundish parts of several sizes, which in turn consisted of smaller round parts. These parts had a dark red Colour, so that here it became evident to me that what is called navel blood does not resemble blood at all.

„Reproductive Organ" of eel.

About five or six weeks after the said observations, which took place in the Month of April, I again examined several Eels, and then I could see in some of them that in the place where the excrements are discharged, which, as said heretofore, is called the Navel, there were two distinct openings which were placed very close together, so that I became firmly convinced that the lower opening, which was the smaller one, was a Reproductive Organ [21]).

---

[20]) This may be a reference to a parasitic sporozoan, *e.g. Hoferellus.* A great increase of these parasites may involve injury to the kidneys, thus causing death. Apparently L. saw a number of eels which were infested by these parasites. The size of the parasites is indeed about the same as that of a red blood corpuscle. [D-r.]

[21]) By *Reproductive Organ* L. is referring to the female sexual opening here. However, *the lower opening* can be none but the outlet of the nephritic system of the eel, lying directly caudally of the anus. This is more clear on p. 159: *placed towards the tail.* It follows from this that the organ into which mercury was injected (Fig. XXXVII) must have been the urinary bladder. See also notes 19, 29, 30, and 38. The sexual opening is not formed until much later, when the eel is already out at sea, migrating to the spawning-grounds. [D-r.] *fig. XXXVII.*

Dit ontdekt hebbende, drukte ik met de Vinger, digte aan [a]) het Teel-lid van verscheijde Alen, en onder andere trof ik er een aan, uijt welkers Teel-lid, na mijn oordeel [64]) een seer dikke en taeije, dog weijnige vogtigheijt quam. Dese stoffe spreijde ik van malkanderen, en ik bragt die voor het vergroot glas, en konde als doen seer naakt [65]) sien, dat het dierkens waren, die met het maaksel vande Ael, soo in lengte, als in dikte, over een quam [b]), schoon de selvige na mijn oordeel wel vijftig maal dunder als een hair [c]) van mijn hooft waren [66]).

Dese Dierkens, die ik in een seer kleijne quantiteit stoffe sag leggen, waren meer dan hondert int getal.

Dus verre vinde ik mijne aanteekeningen, die ik over twee jaren [67]) daar van op het papier hebbe gestelt.

Na welke tijd, ik niet alleen verscheijde observatien hebbe gedaan, maar ik hebbe ook veel maal de Visschers, en Ael verkoopers, aangesprooken, om uijt haar te verstaan, wat ondervindingen sij mogten hebben ontrent de Voorteelingen vande Alen. Onder dese Menschen vonde ik [er] twee die oordeelden datse voort teelden, en tot bevestinge bragten sij de volgende redenen voort.

Wormen in de darmen van paling.

Ontrent inde maant Meij vintmen kleijne roode wormkens inde darmen vande Ael en Paling, en die wormkens (seijden sij) worden Ael en Paling [68]).

Dog alsoo ik veel maal soo danige wormkens, niet alleen uijt de darmen vande Ael en Paling, hadde gehaalt, maar dat ik ook te gelijk die wormkens hadde ontledigt, ende gesien, dat die wormkens selfs [69]), een groote menigte van wormkens in haar lighaam hadden, en dat over sulks die wormkens selfs bij inlijvinge voorteelden [70]), soo heb ik soo danig seggen mede moeten ver-

---

[a]) A: dichte by [b]) A: quamen [c]) A: hairtge

[64]) De beperking: *na mijn oordeel* heeft betrekking op het woord *Teel-lid;* het is immers „een vaste verbeelding" (een overtuiging) van L. dat de tweede opening een *Teel-lid* is, terwijl het zien van de taaie vloeistof geen interpretatie, maar een waarneming is. De Latijnse vertaling luidt, in overeenstemming hiermede: *ex cujas, ut opinor, parte genitali.*

[65]) *naakt,* duidelijk.

[66]) Een *hair van mijn hooft* heeft een diameter van 60-80 μ. Als L. hier de verhouding van $^1/_{50}$ ruimtelijk bedoelt, dan bedraagt de diameter van de *dierkens* ongeveer 10μ. Het is niet duidelijk, welke dieren dit waren. Op grond van de aalvormige gedaante van die organismen moet deze ontdekking voor L. een aanwijzing geweest zijn, dat hij op het goede spoor was met zijn speurtocht naar de *Baar-moeder.* Verderop in deze brief gaan deze dieren een belangrijke rol spelen in L.'s theorie over de voortplanting van de paling (vgl. aant. 91).

[67]) *over twee jaren,* twee jaren geleden. Hieruit kan men afleiden, dat het onderzoek van het *Navelbloet* plaats had in maart 1690 en de ontdekking van het *Teel-lid* in april 1690.

[68]) In A is deze alinea gecursiveerd; in het hs. is dit niet aangegeven.

De hier aangehaalde opvatting van viviparie van de paling is waarschijnlijk een volksverklaring, die niet alleen schijnt terug te gaan op de verwarring van parasitaire wormen met jonge palingen, maar ook op het voorkomen van de werkelijk levendbarende vis, *Zoarces viviparus,* de puitaal, die men nog steeds *aalmoeder* noemt (L. Bertin, 1956: *Eels,* blz. 5-6). Deze bijnaam is het historisch relict van een achterhaalde hypothese. Zie ook aant. 41.

[69]) *selfs,* zelf.

[70]) *bij inlijvinge voorteelden,* levende jongen baarden.

Deze waarneming gaat later, in Brief 131 [78], van 24 januari 1694, gepubliceerd in dit deel, vooral blz. 330, een grote rol spelen in L.'s theorie over de wormbesmetting bij de mens.

Having discovered this, I pressed with my Finger near the Reproductive Organ of several Eels, and among them I came across one from whose Reproductive Organ, as I thought it to be, there issued a very thick and tough fluid, but only a small amount. I spread this substance out, and I put it before the magnifying glass, and then I could see quite clearly that it contained animalcules which had the same structure as the Eel, both in length and in thickness, although they were in my opinion quite fifty times thinner than a hair from my head [22]).

These Animalcules, which I saw lying in a very small amount of matter, numbered more than one hundred.

Thus far I find my notes, which I committed to paper about this subject two years ago [23]).

Since that time I not only made several observations, but I also frequently spoke to the Fishermen and Eelmongers, to learn from them what experience they had concerning the Procreation of Eels. Among these People I found two who thought they multiplied, and in confirmation of this they advanced the following reasons.

Worms in intestines of eels.

Around the month of May small red worms are found in the intestines of the Eel, and those little worms (they said) become Eels [24]).

But since I had on many occasions not only taken such little worms from the intestines of the Eel, but had also at the same time dissected those little worms and seen that they themselves had a great many little worms in their body and that, moreover, those little worms themselves brought forth young

---

[22]) A *hair from my head* has a diameter of 60-80 μ. If L. here takes the proportion of 1:50 in the spatial sense, the diameter of the *animalcules* is about 10 μ. It is not clear what animals they were. In view of the eel-shaped figure of these organisms this discovery must have been a clue for L. that he was on the right track in his search for the *Womb*. Later on in this letter the animals in question begin to play an important part in L.'s theory about the reproduction of the eel (see note 32).

[23]) From this it can be inferred that the investigation of the *Navel Blood* took place in March 1690 and the discovery of the *Reproductive Organ* in April 1690.

[24]) In A this paragraph has been italicized; in the ms. this is not shown. The view here cited that eels are viviparous is probably a popular explanation, which seems to result not only from the confusion of parasitic worms with yellow eels, but also from the existence of the actually viviparous fish: *Zoarces viviparus*, the *eelpout*, which is still called *aalmoeder* (L. Bertin, 1956: *Eels*, pp. 5-6). This nickname is the historical relict of a superseded hypothesis. See also note 14.

werpen, te meer om dat ik onder vond [71]), dat dese wormkens haar seer vast hegten, inde darmen vande Ael en Paling, om niet met de Chijl, die uijt de darmen als excrementen gestooten werden mede souden uijt gedreven werden [72]). In somma, men moet dese kleijne wormen, voor een ongediert [73]) der Darmen, vande Ael en Paling aan nemen, gelijk wij doen [74]), de wormen die inde Darmen van verscheijde dieren gevonden werden [75]).

Vorders heb ik ook, soo inde darmen vande Ael en Paling ontdekt, een soort van veel langer wormen, die plat, seer dun, en welkers lighamen met uijt nemende veel leden waren versien.

Dese laaste wormen waren witagtig, soo dat deselvige met het bloote oog niet wel te bekennen waren. Deselvige waren soo vast inde darmen gevest, dat ik die selde daar van konde nemen, als [76]) met het ontstukken breken van hare lighamen.

Ik stelde dat deel dat ik voor het hooft aan sag, en waar mede het inde darm gevest was, voor het vergroot glas, om te ontdekken, de oorsaak van der selver vast houdentheijt, inde darmen vande Ael en Paling, en ik sag met verwondering, de menigvuldige haakagtige deelen, waar mede dit in gebeelde
fig. XXIX. hooft [77]), rondomme beset was, als hier met fig: 1. ABCD. werd aan gewesen. Sijnde EAD. een kleijn gedeelte van het lighaam. Dog wanneer ik daar na inde winter, of wel inde maant van februarij, weder de darmen vande Ael [a]) doorsogt, sag ik dat dese verhaalde wormen, seer kort in een gekrompen lagen, en als doen bereijkte deselvige geen tiende deel vande lengte, als die ik daar te vooren gesien hadde [78,b]).

Ik hebbe ook verscheijde maal gesien, dat wanneer als ik dese Wormkens ongequest vande darm konde aftrekken, dat dan de Dierkens het hier vooren verhaalde haakagtige deel, in haar lighaam bragten, ende het selvige met een

---

[a]) A: Alen [b]) A: hadde gesien

[71]) *onder vond*, bij onderzoek vond, te weten kwam.

[72]) A: *om niet met het overschot van 't welk de Chijl, uyt de darmen als excrementen gestooten werd, om niet uytgedreven te werden.* Deze lezing is even verward, als die van het hs., zo niet verwarder. Toch is L.'s bedoeling wel duidelijk: de *wormkens* hechten zich zeer vast aan de darmwand, opdat ze niet tegelijk met de chijl en de excrementen worden uitgedreven.

[73]) *ongediert*, parasiet. C vertaalt abusievelijk: *pro insectis.*

[74]) *doen*, lees: doen met.

[75]) Reeds vijftien jaar eerder, in Brief 33 [21], van 5 oktober 1677, *Alle de Brieven*, Dl. 2, blz. 240-242 en aant. 8, beschreef L. deze wormen, door Nierstrasz gedetermineerd als *Camallanus lacustris*, een levendbarende Nematode, waarvan de larven in *Cyclops* en *Asellus* leven en de volwassen vorm in de darm en pylorische aanhangels van vissen, en van daaruit in de lichaamsholte doordringt. Zie ook Brief 131 [78], van 24 januari 1694, blz. 328 en aant. 20 in dit deel. In 1677 hield L. deze worm voor jonge, ongeboren paling en raakte daardoor overtuigd van de viviparie van de paling. Nu, in 1692, interpreteert hij deze organismen terecht als een levendbarende darmparasiet, zonder echter daarmee de viviparie van de paling af te wijzen. L. heeft zich blijkbaar niet gerealiseerd, dat zijn vroegere interpretatie de grondslag van zijn overtuiging van de viviparie is geweest. Hij gaat in deze brief met veel volharding zoeken naar de baarmoeder van de paling, die in zijn gedachten het bewijs van de viviparie moest vormen.

[76]) *als*, dan slechts.

[77]) *dit in gebeelde hooft*, deze veronderstelde kop.

[78]) Vermoedelijk houdt het inkrimpen van de wormen in de winter verband met de winterrust der alen, waarbij het eten gestaakt wordt. [D-r.]

alive [25]), I had to reject this statement, the more so because I discovered that these little worms attached themselves very firmly to the intestines of the Eel, in order not to be ejected along with the Chyle which is ejected from the intestines with the excrements. To sum up, these little worms must be regarded as parasites in the Intestines of the Eel, as we do with the worms which are found in the Intestines of different animals [26]).

I have furthermore discovered in the intestines of the Eel a sort of much longer worms, which were flat and very thin, and whose bodies were furnished with an extremely large number of sections.

These latter worms were whitish, so that they could not easily be perceived with the naked eye. They were attached so firmly to the intestines that I could rarely take them therefrom, except by breaking their bodies to pieces.

I placed the part which I took to be the head and by which it was attached to the intestine before the magnifying glass, in order to discover the cause why it was attached so firmly to the intestines of the Eel, and I was astonished to see the multifarious hook-like parts with which this part I supposed to be the head was covered all over, as shown here in fig. 1, ABCD, EAD *fig. XXIX.* being a small portion of the body. But when afterwards in the winter, or perhaps in the month of February, I again examined the intestines of the Eel, I saw that the said worms were very short and doubled up, and they then reached not one-tenth of the length I had seen there previously [27]).

I have also seen several times that when I could pull these little Worms away intact from the intestine, the Animalcules brought the aforesaid hook-like

[25]) Later on, in Letter 131 [78], of 24 January 1694, published in the present volume (especially p. 331), this observation begins to play a great role in L.'s theory on infection of man by worms.

[26]) As early as fifteen years before, in Letter 33 [21], of 5 October 1677, *Collected Letters*, Vol. 2, pp. 241-243 and note 4, L. described these worms, identified by Nierstrasz as *Camallanus lacustris*, a viviparous Nematode, of which the larvae live in *Cyclops* and *Asellus* and the adult form in the intestine and the pyloric caeca of fishes, penetrating from these into the body cavity. See also Letter 131 [78] of 24 January 1694, p.329 and note 8 in the present volume. In 1677 L. mistook this worm for a young, unborn eel and accordingly became convinced that eels were viviparous. Now, in 1692, he correctly interprets these organisms as viviparous intestinal parasites, but without giving up the viviparity of the eel. Apparently he failed to realize that his earlier interpretation formed the foundation of his conviction of viviparity. In this letter he proceeds to search very persistently for the womb of the eel, which in his view was bound to furnish evidence of the viviparity.

[27]) Presumably the shrivelling of the worms in winter is due to the hibernation of the eels, during which they stop eating. [D-r.]

dun huijtge bedekten, waar door de huijt op ijder haakagtig deel, met een ronde verheventheijt uijt puijlde, het welke geen onaangenaam gesigt [79]) veroorsaakten, om dat alle de verhevenheden in seer geschikte ordre, en int verbant geplaast lagen [80]).

fig. XXX. De verhaalde Wormkens soo kort in een gekrompen sijnde, als hier vooren is geseijt, soo vertoonde deselvige in ons bloote oog als fig: 2.

Vorders heb ik in gedagten genomen, of de Ael en Paling niet wel inde winter mogten voor teelen, gelijk veel visschen doen, te meer, omdat ik op dat deel, dat ik hier vooren heb verhaalt [a]), voor een Teel-lid hadde aangesien, sedert de voor geseijde tijd, veel maal aan verscheijde Alen en Palingen hadde gedrukt, dog mijn genoegen niet gevonden [81]).

Omme mijn selven hier inne te voldoen [82]), hebbe ik aan twee verscheijde Visschers last gegeven, dat bij aldien het quam te geschieden, dat sij inde winter Alen quamen te vangen, mij die souden brengen, gelijk [83]) den eenen inde maant van feb. 1691. mij Alen bragt, vande geene die onder het ijs waren gevangen.

„Baar-moeder" van paling. Dese Alen snede ik ontstukken, op dat der selver beweginge mij niet hinderlijk soude wesen, en in dit doen avanceerde [84]) ik soo verre, dat ik mij der selver Baar-moeders konde voor de oogen stellen [85]).

Ik door sogt de Baar-moeders soo veel als het mij doenlijk was, en ik vonde in eenige niet dan seer kleijne ronde bolletgens, een weijnig grooter als de bolletgens sijn, die het bloet root maken.

fig. XXXI. In andere Alen sag ik dat die deelen een weijnig lang rond waren, als met fig: 3. werden aan gewesen.

---

[a]) A: dat deel dat ik als hier vooren verhaalt, voor een Teel-lid hadde aangesien

[79]) *geen onaangenaam gesigt*, een aardig gezicht.

[80]) *in seer geschikte ordre, en int verbant*, heel netjes naast elkaar. C: *ordine admodum concinni juxta se invicem erant locata.*

In de vier laatste alinea's haalt L. waarschijnlijk twee verschillende soorten van wormen door elkaar. De platte, zeer dunne, gelede wormen is een soort van *Triaenophorus*, een lintworm, die veel in het darmkanaal van vissen voorkomt. Het *hooft* daarentegen komt sterk overeen met de kop van *Acanthocephalus anguillae*, een conclusie die vooral gebaseerd is op L.'s figuur XXIX. Dit dier is echter beslist geen lintworm en het heeft geen lichaam, dat bestaat uit leden, zoals L. beschrijft. [D-r.] *fig. XXIX.*

Ook Francesco Redi beschreef in 1684 een Acanthocephaal als een darmparasiet van de paling (*Opere di Francesco Redi*, Dl. 3 (1810), blz. 351-352 en L. Bertin, 1956: *Eels*, blz. 5).

[81]) *mijn genoegen niet gevonden*, niet gevonden wat ik hoopte.

[82]) *Omme mijn selven te voldoen*, om mij zekerheid te verschaffen.

[83]) *gelijk*, in overeenstemming daarmee.

[84]) *avanceerde*, ging voort.

[85]) L. schrijft hier, dat hij de *Baar-moeder* in februari 1691 ontdekte. In Brief 115, van 18 september 1691, *Alle de Brieven*, Dl. 8, blz. 186, aan Antonio Magliabechi dateert hij de ontdekking echter in het eind van 1690. In dezelfde brief (blz. 184) kan men lezen, dat hij de ontdekking van de *Baar-moeder* geenszins als het eindpunt van zijn onderzoek beschouwde. In de loop van februari tot juli 1691 zocht hij met weinig hoop op succes naar ongeboren palingen in de *Baar-moeder*, die de uiteindelijke bekroning van zijn werk moesten vormen. Ten onrechte hield L. de urineblaas voor de *Baar-moeder* (vgl. de aant. 53, 63, 89 en 107). Als gevolg van deze verkeerde identificatie werden alle palingen die L. onderzocht door hem tot het vrouwelijke geslacht gerekend. In een commentaar op deze brief van L. merkt Huygens zeer terecht op, dat L. nergens spreekt over het mannelijk geslacht van de paling, noch over waarnemingen over het *levendig zaad* (zie de brief van Christiaan Huygens aan L., van 20 oktober 1692, op blz. 180 van dit deel).

part into their body and covered it with a thin pellicle, in consequence of which the skin on each hook-like part bulged with a round elevation, which made a pleasant sight, because all the elevations were very neatly arranged side by side [28]).

The said little Worms being so short and doubled up as said hereinbefore, they appeared to our naked eye as in fig. 2. *fig. XXX.*

I further considered whether the Eel might not multiply in winter, as many fishes do, the more so because since that time I had frequently pressed on the part mentioned heretofore (which I had taken to be a Reproductive Organ) in several Eels, but had not found what I had hoped to find.

In order to gain certainty about this, I gave instructions to two different Fishermen that if they should catch Eels in the winter, they should bring them to me, and accordingly in February 1691 one of them brought me Eels from among those that had been caught under the ice.

I cut these Eels to pieces in order that their movements should not cause me any inconvenience, and I went on with this until I could see their Wombs [29]). *„Womb" of eel.*

I examined the Wombs as well as I could, and I found in some of them nothing but very small round globules, a little larger than the globules which make the blood red.

In other Eels I saw that those parts were somewhat oval, as shown in fig. 3. *fig. XXXI.*

---

[28]) In the last four paragraphs L. probably confuses two different species of worms. The flat, very thin, articulate worm is a *Triaenophorus* species, a tape-worm frequently occurring in the intestinal tract of fishes. The *head*, on the other hand, greatly resembles that of *Acanthocephalus anguillae*, a conclusion which is based in particular on L.'s Fig. XXIX. This animal, however, is decidedly not a tape-worm, and it does not have a body consisting of joints, such as L. described. [D-r.] *fig. XXIX.*

In 1684 Francesco Redi, too, described an *Acanthocephalus* as an intestinal parasite of the eel (*Opere di Francesco Redi*, Vol. 3 (1810), pp. 351-352, and L. Bertin, 1956: *Eels*, p. 5).

[29]) L. here writes that he discovered the *Womb* in February 1691. However, in Letter 115, of 18 September 1691, *Collected Letters*, Vol. 8, p. 187, to Antonio Magliabechi he dates the discovery back to the end of 1690. In the same letter (p. 185) we can read that he by no means considered the discovery of the *Womb* as the end of his research. From February to July 1691 he was searching, with slender hopes of success, for unborn eels in the *Womb*, which were ultimately to crown his work. L. mistook the urinary bladder for the *Womb* (see notes 19, 21, 30, and 38). In consequence of this wrong identification all the eels which L. examined were considered by him to be females. In a comment on this letter by L., Huygens quite rightly observes that L. refers nowhere either to the male eel or to observations on the *living seed* (see the letter from Christiaan Huygens to L., of 20 October 1692, p. 181, in the present volume).

In andere Alen haar Baar-moeders ontdekten ik deelen die de figuur van
fig. XXXII. 4. hadden. Andere Alen, hadden in haar Baar-moeders deelen, die verder in
fig. XXXIII. lengte waren uijt geset, en welke de figuur van 5. hadden: dog in verscheijde andere Alen en Palingen, haar Baar-moeders, en konde ik niet [51]) bekennen.

Alsoo ik mij nu sekerlijk in beelde [86]), dat alle de verhaalde deelen, die ik
fig. XXXI-XXXIII. uijt de Baar-moeders hadde genomen, en die met fig: 3. 4. ende 5. sijn aan gewesen, tot volkome Alen en Palingen, souden geworden hebben, soo heb ik aan een Vis-verkooper, ende te gelijk ook een Ael-vanger last gegeven, dat hij mij van week tot week (soo lang ik hem geen verbot [87]) dede) eenige van sijn vers gevangen Ael [a]) en Palingen, aan mijn huijs soude brengen, en hebbe eijntelijk waar genomen, dat de verhaalde deelen, volkome [88]) kleijne Alen wierden.

Want ik ontdekte nu, dat de ronde bolletgens van tijd tot tijd, in lengte toe namen, tot dat die eijntelijk de figuur, van een jonge volmaakte Alen hadden aan genomen. Want ik haalde soo nu als dan, uijt de Baar-moeders vande Alen, een uijt nemende groot getal van kleijne Alen, die ik bij den anderen [34]) sag leggen, in een dunne heldere vogt en welke Alen soo volmaakt waren, als of wij kleijne Alen voor ons bloote oog sagen [89]).

Dit was geen kleijn vermaak voor mij te aanschouwen, eensdeels, om dat ik na soo veel onvermoeijden arbeijt, eijntelijk, de voorteelinge vande Ael en Paling hadde ontdekt, ander deels, om dat de Menschen de mont gestopt waren, die veel maal agter mijn rugge quamen te seggen, dit volgende.

Terwijl [90]) *hij de Voorteelinge van alle de Dieren soekt vast te stellen, laat hij ons eens bewijsen, hoe de Alen voort teelen.*

Ik hebbe het gesigt van dese jonge volmaakte, en ongeboore Alen of Palingen, schoon die wel vijftig maal dunder waren, dan een hair van ons hooft [91]), als hier vooren nog een maal is geseijt, voor mij niet alleen willen behouden, maar dat selvige mede gedeelt, aan eenige mijne goede bekende,

---

[a]) A: Aelen

[86]) *ik mij sekerlijk in beelde*, ik de stellige overtuiging heb.

[87]) *geen verbot dede*, niet zei ermede op te houden.

[88]) *volkome*, volledig gevormde.

[89]) De ronde bolletjes zijn vermoedelijk dezelfde parasitaire sporozoën, die L. hierboven (blz. 146 en aant. 55) ontdekte in het *Navel-bloet*. Ook hier vermeldt hij de afmetingen als die van een rood bloed-lichaampje. [D-r.]

De onjuiste identificatie van deze organismen met jonge, ongeboren palingen vloeit logisch voort uit twee onjuiste besluiten, nl. uitmonding van de urineblaas = *Teel-lid* en urineblaas = *Baar-moeder* (vgl. resp. de aant. 63 en 85).

[90]) *Terwijl*, aangezien. Deze zin is in A gecursiveerd; in het hs. is dit niet aangegeven.

[91]) L. verwijst hier naar blz. 148, naar de aalvormige organismen met een diameter van ongeveer 10 μ, die hij waarnam in de taaie stof, die hij uit het *Teel-lid* drukte. Na de ontdekking van de *Baar-moeder* en haar inhoud identificeert hij nu die organismen eveneens met jonge, ongeboren palingen.

Hoewel L. het niet met zoveel woorden zegt, kunnen wij zijn opvatting van de embryologie van de paling als volgt samenvatten: in de *Baar-moeder* bevinden zich ronde bolletjes ter grootte van een rood bloed-lichaampje ($\pm$ 8,5 μ), die in lengte toenemen, totdat zij de vorm van een aaltje hebben; de aaltjes ($\pm$ 10 μ in diameter) zouden dan door het *Teel-lid* het moederlichaam verlaten.

Deze opvatting zien wij L. in het vervolg van deze brief bevestigen en aanvullen met enkele waarnemingen.

In the Wombs of other Eels I discovered parts which had the shape of fig. 4. Other Eels had parts in their Wombs which were more elongated and which had the shape of fig. 5, but in the Wombs of several other Eels I could detect nothing. *fig. XXXII.* *fig. XXXIII.*

Since I was firmly convinced that all the said parts which I had taken from the Wombs and which are shown in figs 3, 4, and 5 would have grown into adult Eels, I ordered a Fishmonger who was also an Eel-Fisher to bring to my house every week (until I told him to stop) some of his freshly caught Eels, and in the end I observed that the said parts became adult little Eels. *figs XXXI-XXXIII.*

Indeed, I now discovered that the round globules gradually increased in length until they had finally assumed the shape of young perfect Eels. Indeed, now and then I took from the Wombs of the Eels an extremely large number of little Eels, which I saw lying together in a thin, clear fluid, these Eels were as perfect as if we saw little Eels before our naked eye [30]).

This was no small pleasure for me to contemplate, on the one hand because, after so much indefatigable work, I had at last discovered the procreation of the Eel, and on the other hand because it silenced the People who would often say the following behind my back:

Since he seeks to establish that all Animals are procreated, let him demonstrate to us how Eels are procreated [31]).

I did not wish to keep to myself the sight of these young, perfect, and unborn Eels, although they were quite fifty times thinner than a hair from our

---

[30]) The round globules are probably the same parasitic sporozoa which L. discovered above (p. 147 and note 20) in the *Navel Blood.* Here again he says that their size is the same as that of a red blood corpuscle. [D-r.]

The wrong identification of these organisms with young unborn eels is a logical consequence of two wrong conclusions, *viz.* 1. the outlet of the urinary bladder is the *Reproductive Organ,* and 2. the urinary bladder is the *Womb* (see notes 21 and 29 respectively).

[31]) This sentence is italicized in A; in the ms. this is not shown.

die haar [92]) verwonderde, dat sulke kleijne schepsels soo een volmaakheijt hadden.

Dog het geene daar over ik verstelt stond, dat was, dat ik soo weijnig Alen of Palingen opende, waar in ik volmaakte Aeltgens ontdekte, hoe wel ik veel bijsondere [32]) observatien te weeg bragt, ende veel Alen alleen [a]) om te besien genomen hebbe, ende ontledigt hebbende, die weder gaf om te verkoopen. Want of ik schoon [93]) mijne observatien vervolgde tot inde maant Augustij, soo en vorderde ik in mijne observatien niet, en of ik mij al in beelde, dat de ongeboore Aeltgens soo kleijn sijnde, als hier vooren is geseijt, uijt de Baar-moeders wierden gestooten, soo en was ik nog al niet te vreede, om dat ik oordeelde dat ik meerder Alen en Palingen, van de geene die ik ontledigt hadde, most vernomen [54]) hebben, in welkers Baar-moeders volmaakte jonge Alen waren. Gelijk nog int begin vande maant October, als wanneer ik weder twaelf Palingen nam, daar ik meest alle de Baarmoeders van opende, en maar een onder die vond, in welkers Baar-moeder ik volmaakte jonge Palingen ontdekte.

In andere sag ik wel, dat de deelen die tot jonge Palingen souden geworden hebben, in lengte waren toe genomen, dog in andere vernam ik gans niet [51]).

Nu was ik al soo verre gekomen, dat wanneer ik maar als met het bloote oog, de Baar-moeders quam aan te sien, ik wel oordeelen konde, of inde selvige jonge Alen waren: Want als sulks is, soo sijn de Baar-moeders meer als gemeen [94]) op gespannen, ende de ongeboore Alen leggen dan in een heldere vogt [95]), en hoe menige Ael en Paling ik heb ontledigt, daar de volmaakte ongeboore [b]) Alen of Palingen in waren, soo en hebbe ik niet konnen sien, dat de jonge ongeboore Alen of Palingen haar beweegden [96]).

Onder alle de Alen en Palingen, die ik inden jare 1691. hebbe geopent, ende de Baar-moeders doorsogt heb ik [er] twee gevonden in welkers Baarmoeder den eenen twee, ende den anderen een levende schepsel gevonden [97]), *fig. XXXIV.* die de gedaante hadden van fig: 6. ABCD. Dese [c]) Dieren hadden lange halsen, als met fig: 6. ABD. werd aan gewesen, die sij door gaans inhaalden, en uijt staken, als ook mede haar hals met een bogt, soo na B. als na D. bogen, sonder dat die dieren haar konden verplaatsen, als ik deselvige uijt de Baarmoeder hadde genomen, en op een schoon glas waren geleijt. Voor aan der selver hooft was een opening, als hier met fig: F. [d]) is aan gewesen, en soo danige opening hadde het mede in sijn lighaam, als met E. is aangewesen. Dese Dieren

---

[a]) A: om die [b]) A: de ongeboore volmaakte [c]) hs: dese [d]) A: met F

[92]) *haar*, zich. *Haar* is het wederkerend voornaamwoord voor alle geslachten; het heeft hier ongetwijfeld op mannen betrekking.

[93]) *of ik schoon*, ofschoon ik.

[94]) *gemeen*, gewoon.

[95]) L. beschrijft hier een met urine gevulde blaas, waarin zich parasitaire organismen bevinden. In de opvatting van L. echter is hier sprake van een zwangere paling.

[96]) Voor L. is deze vaststelling van betekenis, omdat bij hem beweging gelijk stond met leven (vgl. A. Schierbeek 1951: *Antoni van Leeuwenhoek*, Dl. 2, blz. 356).

[97]) Het woord *gevonden* is onjuist; L. bedoelde hier „hadde", dat in het hs. voor *gevonden* staat, maar per vergissing is doorgestreept. Men leze dus: *in welkers Baar-moeder den eene twee, ende den anderen een levende schepsel hadde.*

head [32]), as stated heretofore, but I communicated it to some of my acquaintances, who were amazed that such small creatures were so perfect.

But what perplexed me was that I opened so few Eels in which I discovered perfect little Eels, although I made many different observations, and took many Eels merely to examine them, and after having dissected them gave them back to be sold. For although I continued my observations well into the month of August, I made no progress in my observations, and although I was convinced that the unborn little Eels, being as small as said heretofore, were ejected from the Wombs, I was not yet satisfied, because I thought that I ought to have seen more Eels from those which I had dissected whose Wombs contained perfect young Eels, likewise in the early part of October, when I again took twelve Eels, nearly all of whose Wombs I opened, I found among them only one in whose Womb I discovered perfect young Eels.

In others I saw indeed that the parts which should have become young Eels had increased in length, but in others again I found nothing at all.

By this time I had already got to the point where, even if I merely observed the Wombs with the naked eye, I was able to tell whether there were any young Eels in them. For if this is the case, the Wombs are distended more than usual and the unborn Eels then lie in a clear fluid [33]), and however many Eels I have dissected in which the perfect unborn Eels were present, I have not been able to see that the young unborn Eels were moving [34]).

Among all the Eels which I opened in the year 1691 and whose Wombs I searched I found two; in the Womb of one I found two and in the Womb of the other one living creature, which had the shape of fig. 6, ABCD. These Animals *fig. XXXIV.* had long necks, as shown in fig. 6, ABD, which they continually drew in and stuck out, while they also bent their neck in a curve both to B and to D, without these animals being able to shift about, when I had taken them out of the Womb and laid them on a clean piece of glass. On the front of their head there was an opening, as shown here at F [in fig. 7], and it had another such opening *fig. XXXV.*

---

[32]) L. here refers to p. 149, to the eel-shaped organisms with a diameter of about 10 μ which he saw in the viscous substance he squeezed from the *Reproductive Organ*. After the discovery of the *Womb* and its contents he now identifies those organisms also with young unborn eels.

Although L. does not say this in so many words, we may summarize his conception of the embryology of the eel as follows: in the *Womb* there are round globules the size of a red blood corpuscle (about 8.5 μ), which increase in length until they have the shape of a small eel; the eels (diameter about 10 μ) then leave the body of the mother via the *Reproductive Organ*.

In the later part of this letter L. is found to confirm this theory and to supplement it with a few observations.

[33]) L. here describes a bladder filled with urine, in which there are parasitic organisms, but in L.'s view this is a pregnant eel.

[34]) For L. this statement is important because in his view movement was equivalent to life (see A. Schierbeek 1951: *Antoni van Leeuwenhoek*, Vol. 2, p. 356).

waren niet grooter als een grof sand [98]), en bleven naar advenand hare groote, lang int leven. Naderhand heb ik inde Baar-moeder van een Ael, vier soo danige dierkens gevonden [99]).

Wanneer ik mijne gedagten verder liet gaan, op de voorteelinge vande Alen, quam mij te binnen, dat ik veel maal kleijne jongens, des somers inde stadts gragten, met de stokken [a]) inde groente [47]) die inde stil staande wateren groeijen, heb sien steken, als wanneer sij dan de stokken om draeijen, waar door dan veel groente om de stok gewonden werd, die sij dan met de groente op het land trekken, en in dit doen, verscheijde kleijne Aeltgens op het land brengen, dat [100,b]) ik dan gesien hebbe, dat [c]) onder sulke seer kleijne Alen, veel der hande grootheden waren, waar van eenige in kleijnheijt uijt staken, dat wij in andere soorten van Visschen, die haar jongen uijt kuijt voortkomen, noijt en sullen sien, dit [d]) heeft mijn gedagten nog meer versterkt, dat de Alen en Palingen, niet op eene tijd, of in eene maant voortteelen [101]).

Ik hebbe een gedeelte van een Paling laten af teijkenen, om of [102]) daar daar [e]) eenige Heeren waren, die lust hadden, dese mijne ontdekte voorteelinge vande Alen, na te volgen [103]).

fig. XXXV. Fig: 7. ABCDE. vertoont een stukje van een Ael, waar van ABC. dat dat [f]) deel is, dat na het hooft gestrekt [g]) leijt, ofte afgesneden is, ende met B. werd aan gewesen, een gedeelte vande darm vanden Ael. ende met F. werden aan gewesen, twee ronde deelen, die men in alle Alen, soo klaar [104]) niet en komt te sien, als die hier af gebeelt sijn, want om den Teijkenaar die voor de oogen te stellen, heb ik uijt veele Alen, soo danig een uijt gekoosen, waar aan die deelen klaar te bekennen waren.

fig. XXXV en XXXVI. Na dat den Teijkenaar het gedeelte vanden Ael als fig: 7. hadde voor de oogen gestelt, heb ik in ijder vande twee openingen inde geseijde fig: 7. met F. aangewesen, spelde gesteken, als fig: 8. met GK. ende HI. werden aan gewesen, sijnde de spelt HI. in het lid gesteken, al waar de excrementen geloost werden, ende de spelt GK. is in het Teel-lid gesteeken, welk laaste lid, mede na de staart toe geplaast [105]) staat, gelijk in alle soort van Visschen te sien is [63]).

---

[a]) A: met stoken [b]) A: Dat [c]) hs: dan; A: dat [d]) A: Dit [e]) A: of daar eenige [f]) A: ABC. dat deel [g]) A: gesterkt

[98]) Een *grof sand* heeft een diameter van ongeveer 870 μ.

[99]) Vermoedelijk betreft het hier een Trematode, waarvan ongeveer 40 soorten bekend zijn die in vissen voorkomen. [D-r.]

[100]) Het voegwoord *dat* sluit weer aan bij het begin van de zin: *quam mij te binnen.*

[101]) 's Zomers houden zich tussen de waterplanten vele aaltjes op, waaronder de allerkleinste. Dit werd dus ook door L. waargenomen. Ongetwijfeld heeft hij aaltjes waargenomen, die in het voorafgaande voorjaar als glasaal zijn binnengetrokken. De verscheidenheid van de lengteafmetingen van de aaltjes vergelijkt L. met de hem bekende geringe variabiliteit in lengte van visjes, die op een en dezelfde tijd uit kuit geboren zijn. Hij concludeert hier uit, dat de paling blijkbaar op verschillende tijden jongen baart.

Deze conclusie is uiteraard onjuist. L. kon niet weten, dat jonge palingen van dezelfde leeftijd een grote variabiliteit in lengte hebben, zo sterk zelfs, dat jaarklassen niet op lengte te sorteren zijn. [D-r.]

[102]) *om of*, voor het geval dat.

[103]) *mijne ontdekte voorteelinge na te volgen*, mijn ontdekkingen over de voortplanting na te volgen, op mijn voorbeeld zelf doen.

[104]) *klaar*, duidelijk, helder.

[105]) *na de staart toe geplaast*, dichtbij de staart.

in its body, as shown at E. These Animals were no bigger than a grain of coarse sand [35]) and, considering their size, remained alive for a long time. Afterwards I found four such animalcules in the Womb of an Eel [36]).

When I let my thoughts dwell further on the procreation of Eels, it occurred to me that during summer in the town's canals I have often seen little boys pushing sticks into the green stuff that grows in stagnant waters, and that when they turn the sticks round, a good deal of green stuff is wound about the stick, which they then pull ashore together with the green stuff; and in so doing, they bring ashore several small Eels. And I remember I then saw that among these very small Eels there were many sizes, some of which were exceedingly small, a thing which we never see in other species of Fishes, whose young are generated from roe. This has confirmed me even more in my conviction that Eels do not multiply at one particular time, or in one and the same month [37]).

I caused a portion of an Eel to be drawn, in case there should be any Gentlemen who wished to follow up this discovery of mine of the procreation of Eels.

Fig. 7, ABCDE, shows a small piece of an Eel, of which ABC is the portion which is extended towards the head, or has been cut off, and B represents a portion of the Eel's intestine, and F represents two round parts, which one cannot see in all Eels as clearly as they are illustrated here, for in order to show them to the Draughtsman, I selected from many Eels one on which those parts could be clearly discerned. *fig. XXXV.*

After I had shown the part of the Eel shown in fig. 7 to the Draughtsman, into each of the two openings represented at F in the said fig. 7 I stuck pins, as represented in fig. 8 at GK and HI, the pin HI being inserted into the organ where the excrements are discharged, and the pin GK being inserted into the Reproductive Organ, which latter is also placed towards the tail, as can be seen in all sorts of Fishes [21]). *figs XXXV and XXXVI.*

---

[35]) A *grain of coarse sand* has a diameter of about 870 μ.

[36]) This is probably a Trematode, of which about 40 species are known to occur in fishes. [D-r.]

[37]) In summer, among the aquatic plants, there are a great many small eels, among them the very smallest. This was also observed by L. He undoubtedly observed small eels which had entered the rivers as elvers the preceding spring. L. compares the variations in the length of the eels with the small variability in length known to him for small fishes born at one and the same time from roe. He concludes from this that eels apparently bear young at different times.

This conclusion is of course wrong, but L. could not know that young eels of the same age have great variability in length, even so much so that age groups cannot be sorted by length. [D-r.]

Wijders heb ik het gedeelte vande Ael, als [a]) hier vooren aan gewesen, op gesneden [49]), met die omsigtigheijt, op dat met het op snijden, de Baarmoeder mogt ongeschonden blijven, als hier fig: 9. alwaar met OL. werd aan gewesen, een kleijn gedeelte vande darm, dat aan O. is af gesneden, als wanneer ik mij bereijt hebbe, een glase spuijtge fig: 10. RQT. [b]) dat ik gevult heb met quiksilver, als wanneer ik het dunste vande spuijt gebragt heb, inde Baarmoedersopening, fig: 8. met K. aan gewesen, als wanneer ik aan de pompstok fig: 10. aan V. was drukkende, en spatte [106]) alsoo de quiksilver inde Baarmoeder op dat door sulk doen, de Baar-moeder (daar anders weijnig stoffe in was) sig aan alle kanten, soude komen uijt te setten, ende daar door den Teijkenaar klaar voor de oogen te doen komen, als hier fig: 9. met LMN. werd aan gewesen. Met welk in spatten, een Bolletge quiksilver uijt de Baar-moeder quam loopen, en bleef aan de opening van het selvige aan kleven [c]), ofte aan hangen, het welk den Teijkenaar mede heeft aan gewesen, als hier met fig: 9. met D. is afgebeelt [107]).

fig. XXXVII.

fig. XXXVIII.

fig. XXXVI en XXXVIII.

fig. XXXVII.

De stoffe hier vooren verhaalt, die den Gemene Man, Navel-bloet noemt, werd fig: 9. met MT. aan gewesen.

Kuit van paling, baars, snoek, brasem en voorn.

Men heeft ook, als met verwondering, tot mij komen seggen, dat sij, soo [d]) vande markt komende, hadden gesien, dat de Alen kuijt in haar lijf hadden, ende [108]) daar uijt hadden sien halen. Dog dit seggen en quam mij niet vreemt voor, na de maal ik al over veel jaren [109]) hadden gesien, dat de Alen, in die tijd [110]), dat de Rivier-vis haar kuijt schiet, wierden gevangen, der selver darmen vol kuijt waren: en het is bij veele hier te lande bekent, dat de Alen de kuijt van Visschen voor spijs gebruijken, en over sulks groote schade onder de Visschen doen, en voornamentlijk aan de kuijt van Baars en Snoek, om dat de kuijt van die Visschen in het schieten, als kettings gewijse aan malkanderen blijft hangen, daar [38]) integendeel de kuijt greijnen [111]) van Brasem, en Voorn, niet vast aan een blijven, en welke laast[e] Visschen, haar kuijt tusschen de

---

[a]) A: Ael, hier [b]) A: RAT [c]) A: als aankleven [d]) A: sy, vande

[106]) Het werkwoord „spatten" is hier transitief gebruikt en komt in betekenis overeen met „spuiten".

fig. XXXVII.

[107]) De figuur XXXVII en L.'s methode om de *Baar-moeder* met kwik op te spuiten via het *Teel-lid* (de uitmonding van het nierstelsel) vormen het bewijs, dat hij de urineblaas voor dit orgaan hield. Zie ook de aant. 53, 63, 85 en 89.

L. heeft in deze brief het raadsel van de voortplanting van de paling vooral anatomisch trachten op te lossen.

Veel dichter bij de oplossing kwam zijn tijdgenoot Francesco Redi (1626-1698), die in zijn *Osservazioni intorno agli animali viventi che si trovano negli animali viventi* (1684) enkele gegevens over de biologie van de paling verzamelde. Hij stelde vast, dat in Italië de paling ieder jaar bij de eerste regens van augustus de rivieren afzakt in de richting van de zee. Vervolgens nam hij waar, dat in januari en februari de glasaaltjes in grote getale de rivieren weer binnendringen. Beide waarnemingen verbond hij door de hypothese, dat de paling in de zee eieren zou leggen en dat uit de eieren de glasaaltjes zouden voortkomen (*Opera di Francesco Redi*, Dl. 3, (1810), blz. 266-267 en L. Bertin, 1956: *Eels*, blz. 4).

Blijkbaar kende L. het werk van Redi niet.

[108]) *ende*, lees: en dat zij die.

[109]) *over veel jaren*, vele jaren geleden.

[110]) Men leze: die in die tijd.

[111]) *greijnen*, korrels.

Furthermore I cut open the part of the Eel indicated hereinbefore, with such caution that the Womb should remain intact during the cutting operation, as here in fig. 9, where OL represents a small portion of the intestine, which has been cut off at O. After this I prepared for myself a small glass syringe, fig. 10, RQT [a]), which I filled with mercury, after which I inserted the thinnest part of the syringe into the opening of the Womb, shown in fig. 8 at K, upon which I pressed the piston at V in fig. 10, and thus injected the mercury into the Womb, in order that, by this method, the Womb (in which for the rest there was very little material) might be able to distend on all sides, thus becoming clearly visible to the Draughtsman, as is shown here in fig. 9 at LMN. As I injected the mercury, a small Globule of it flowed out of the Womb and stuck or adhered to its opening, which the Draughtsman has also shown, as illustrated here in fig. 9 by D [38]).

fig. XXXVII. *fig. XXXVIII.* *figs XXXVI and XXXVIII.* *fig. XXXVII.*

The stuff described heretofore, which the Common People call Navel Blood, is shown in fig. 9 at MT.

People have also come to tell me, as if being surprised, that having just come from the market, they had seen that Eels had roe in their bodies, and that they had seen it being taken out. But this remark did not appear strange to me, since I had already seen many years ago that when Eels were caught at the time when the River Fish spawn, their intestines were full of roe; and it is known to many people in this country that Eels use the roe of Fishes as food and thus do great damage to Fish, and principally to the roe of Perch and Pike, because the roe of these Fishes, during spawning, continues to hang together like a chain, whereas on the contrary the grains of roe of Bream and Roach do

Roe of eel, perch, pike, bream, and roach.

a) A: RAT

38) Fig. XXXVII and L.'s method of injecting mercury into the *Womb* via the *Reproductive Organ* (the outlet of the nephritic system) are evidence that he took the urinary bladder to be this organ. See also notes 19, 21, 29, and 30. *fig. XXXVII.*

In this letter L. tried to solve the mystery of the reproduction of the eel primarily anatomically.

A man who came much nearer to the solution was his contemporary Francesco Redi (1626-1698), who collected some data on the biology of the eel in his *Osservazioni intorno agli animali vivendi che si trovano negli animali viventi* (1684). He established that in Italy the eels swim down the rivers in the direction of the sea every year with the first rains of August. He next observed that in January and February the elvers enter the rivers again in great numbers. He connected these two observations by the hypothesis that the eels lay eggs in the sea and that the elvers come out of the eggs (*Opere di Francesco Redi*, Vol. 3 (1810), pp. 266-267, and L. Bertin, 1956: *Eels*, p. 4).

Apparently L. was not acquainted with the work of Redi.

liesen [112]) en biesen schieten, ende al daar veel blijft aan kleven, waar door de Alen, soo danige kuijt-deelen soo niet en konnen verslinden, als van de andere vissen. Soo dat ik veel maal in gedagten heb genomen, of de verslinding die de Alen aan de kuijt vande Baars en Snoek komen te doen, niet wel oorsaak mogt sijn, dat wij soo weijnig Baars en Snoek hebben, in vergelijkinge vande voorn en brasem [113]).

Kritiek op „seker Authuur" over generatio spontanea.

Na dat ik mijne aan merkingen, dus verre op het papier hadde gestelt, komt mij ter hand seker Authuur [a]), waar in ik ijets soek het geene ons land niet eijgen is [114]), in welk doen [115]) mij onder andere voor komt, de voor teeling van verscheijde ongedierte [116]), waar van onse Gemene Man met beter oordeel soude spreeken, soo dat ik een besluijt most maken, dat dien Authuur [a]) sijn stellinge [117]) van voorteelinge, niet bij ondervindinge [118]) hadde, maar dat hem dien aan gaande, alleen bij vertellingen, van die geene, die de bequaamheijt niet en hadde, omme de voorteelinge na te spueren, ofte ook wel niet onder sogt hadden, hem, Authuur [a]) soo wat wijs gemaakt, of vertelt was.

Want soo wij stellen [119]) datter uijt slik of modder, dat op de gront vande Moerassen of slooten leijt, kik-vorssen werden voortgebragt, soo soude stel ik vast [36]), alle soo danige kik-vorssen, niet van een ende deselvige maaksels konnen sijn, want op de eene plaats vande sloot, soude de stoffe leggen, tot maaksel van hoofden, en op een andere plaats soude weder leggen stoffe tot groot makinge van beenen, en dit soo sijnde, soo soude wanschepsels van kik-vorssen, moeten voortkomen, en onmogelijk soude de stoffe alle de deelen, die aan een kik-vors vereijst werden, konnen uijt leveren, ofte mede deelen, ende dat ter plaatse, daar soo een kik-vors gemaakt wierd. Daar [120]) nu het Manneke en Wijfke versamelt sijnde, het wijfken eijeren leggende, uijt de eijeren wormkens voortkomende, die grooter werdende, de gedaante vande kik-vors aan nemende, als in een van mijne voor gaande brieven breder is geseijt [121]).

---

a) A: Autheur

112) *liesen*, een naam voor verschillende aan of in het water groeiende grasachtige planten; speciaal lies of liesgras, *Glyceria maxima* (Hartm.) Holmb.. [Swt.]

113) Vermoedelijk waren ook in L.'s tijd baars en snoek meer in trek bij de bevolking dan voorn en brasem. Het verschil in voorkomen zal in de eerste plaats aan een verschil in visserij-intensiteit te wijten zijn. [D-r.]

114) *het geene ons land niet eijgen is*, wat in ons land niet voorkomt.

115) *in welk doen*, bij welk zoeken.

116) *ongedierte*, kleine dieren.

117) *sijn stellinge*, zijn theorie.

118) *bij ondervindinge*, door onderzoekingen.

119) *stellen*, aannemen, zeggen.

120) *Daar nu* ..., de aanhef van deze zin is uitermate pregnant, terwijl in de zin een eigenlijk gezegde werkwoord ontbreekt. De gedachtegang is echter consequent volgehouden en sluit aan op de vorige zin: als we de mening van de *Authuur* volgen, komen we tot ongerijmdheden. Men leze dan verder: Terwijl we nu, d.w.z. als we die mening niet volgen, weten, dat bij paring (*het Manneke en Wijfke versamelt sijnde*) het wijfje eieren legt en uit de eieren larven (*wormkens*) voortkomen, die kikvorsen worden.

121) Zie Brief 72 [38], van 16 juli 1683, *Alle de Brieven*, Dl. 4, blz. 56, en ook Brief 110 [65], van 7 september 1688, *idem*, Dl. 8, blz. 10-36.

not hold firmly together. And the latter Fishes spawn among the float-grasses and the rushes [39]), and a good deal of it sticks there, in consequence of which the Eels cannot devour these grains of roe as easily as those of other fishes. I have therefore often wondered whether the Eels' devouring of the roe of the Perch and the Pike may not be the reason why we have so few Perches and Pikes, in comparison with roaches and breams [40]).

Criticism of a „certain Author" on generatio spontanea.

After I had put my notes on paper thus far, I chanced upon a certain Author, in whose book I sought something which does not occur in our country, and while I was doing this, I came across, among other things, the procreation of several small animals, about which our Common People would speak with better judgment, so that I was bound to conclude that this Author had not arrived at his theories about procreation through investigation, but that the Author had only been made to believe or been told something about it by someone who either did not have the ability to investigate procreation or who had not investigated it.

For if we assume that frogs are generated from slime or mud lying on the bottom of Swamps or ditches, I assert that these frogs could not all have one and the same structure, for in one spot of the ditch there would lie the material for the making of heads and in another spot again there would lie material for the growing of legs; and this being so, monstrosities of frogs would be bound to be generated, and the material could not possibly yield or supply all the parts that are required in a frog, and I assert that in the spot where such a frog is made, there, the Male and Female having mated, the female lays eggs and little worms come out of the eggs, which, as they grow, assume the shape of a frog, as was described in greater detail in one of my previous letters [41]).

---

[39]) *Rushes*, a name denoting various graminaceous plants growing near or in the water; especially float-grass, *Glyceria maxima* (Hartm.) Holmb.. [Swt.]

[40]) Presumably in L.'s time, too, perch and pike were in greater demand among the population than were roach and bream. The difference in numbers will be due primarily to a difference in intensity of fishing. [D-r.]

[41]) See Letter 72 [38], of 16 July 1683, *Collected Letters*, Vol. 4, p. 57, and also Letter 110 [65], of 7 September 1688, *ibid.*, Vol. 8, pp. 11-37.

Vorders seijt dien Authuer, dat als men Aels-vellen, in een sloot werpt, dat uijt die vellen jonge Alen voortkomen [122]).

Dat nu vande Aels-vellen, die men int water werpt, jonge Alen konnen voort komen, en wil ik niet ontkennen, dog niet na [123]) de meijninge van den Authuur [a]), uijt eenige verrottinge vande Aels-vellen, maar op geen andere manier als op de volgende.

Laten wij stellen, dat van twintig of meer Alen, die men het vel sal af halen, een vande selvige is, welkers jongen inde Baar-moeder, al soo verre gekomen sijn, dat die uijt de Baar-moeder gestooten werden. Wanneer men nu soo danigen Ael het vel aftrekt oft afstroopt, in welk doen men het vel dubbelt over het lighaam haalt, soo werd in dat doen, het lighaam vanden Ael, meer als gemeen [94]) gedrukt, door welke drukkinge, veel [b]) jonge Alen, uijt de Baar-moeders konnen gestooten werden, en nog meer als de huijt vande Alen aan de opening vande excrementen, en Baar-moeder, komt ontstukken te schueren, als wanneer [124]) men dan met de hand, of ook wel met het mes, een stuk vanden uijtgang, komt af te snijden, en dus nog meerder de Baar-moeder komt te parssen. Dese uijt gedrukte jonge Alen aan de vellen blijven [125]) hangen, ofte van binnen in het vel, dat met het afhalen om gekeert is, sijnde, en soo verre gekomen wesende, dat die uijt het water haar voetsel konnen trekken, indien dan dese vellen int water geworpen werden, in een nieuw gedolven [126]) sloot, soo konnen daar Alen van voort komen [127]).

Wanneer wij soo ligt geloovig niet en waren, en veele saaken met een naeuwkuerig oog, en opmerkinge [128]) ondersogten, ik en twijfel niet, of men soude soo veel fabulen van voorteelinge, niet voor den dag brengen, als men nu wel komt te doen. Dog hoe klaar ik veele voorteelinge (die men geoordeelt heeft, dat uijt verrottinge sijn voort gekomen) aan den dag hebbe gebragt, soo sullen die egter [10]), bij eenige [129]) geen ingang hebben, na de maal veel menschen, met een voor oordeel sijn in genomen, en aan die oude dwalingen blijven hangen, namentlijk, dat veel ongedierte [116]), uijt verrottinge voort-

---

[a]) A: Authuer [b]) A: veel vande

[122]) Het is niet duidelijk, welke auteur L. bedoelt. De zin over de *Aels-vellen* is in ieder geval afkomstig van Aristoteles:
„We have seen eels emerging from the skins of these worms; and if one tears the worms apart and opens them, one sees the eels clearly inside them". (*Historia Animalium*, VI, 15).

L. Bertin (1956: *Eels*, blz. 2) interpreteert deze passage als volgt: *Aristotle speaks of the eel as emerging, so to speak, from a pupal stage.*

Een andere opvatting over de *generatio spontanea* van de paling uit de dauw deelt L. mede op blz. 142-144. Zie ook aant. 41.

[123]) *na*, volgens.

[124]) *als wanneer*, in welk geval.

[125]) Men leze hier: blijvende, in overeenstemming met *sijnde* en *wesende*. Tot *indien* loopt de zin dan goed, maar daar maakt L. a.h.w. een nieuw begin.

[126]) *nieuw gedolven*, pas gegraven (zodat er nog geen paling in kan zijn, want dan zou het bewijs onzuiver zijn).

[127]) Hoewel L.'s verklaring van het ontstaan van paling uit *Aels-vellen* geheel onjuist is, is zij het begrijpelijk gevolg van de in deze brief opgebouwde hypothese over de viviparie van paling.

[128]) *met ... opmerkinge*, aandachtig.

[129]) *eenige*, sommige mensen.

Furthermore this Author says that when one throws Eel Skins into a ditch, young Eels will be generated from those skins [42]).

Now I do not mean to deny that young Eels can be generated from Eel Skins which are thrown into the water; but this does not happen, according to the opinion of the Author, by any putrefaction of the Eel Skins, but in none other way but the following.

Let us assume that among twenty or more Eels which are skinned there is one whose young in the Womb have already reached the stage where they are ejected from the Womb. Now when one pulls or strips the skin off this Eel, so that the skin is doubled over the body, in this process the body of the Eel is pressed more than usual, by which pressure many young Eels can be ejected from the Womb, and even more so if the skin of the Eels happens to be torn to pieces at the opening of the excrements and the Womb, in which case one cuts off, either by hand or sometimes with a knife, a piece of the outlet, thus pressing the Womb even more. These young ejected Eels remain hanging on to the skins, or remain inside the skin which has been turned inside out during the skinning, and having got to the point where they can get their food from the water, Eels may be generated therefrom if these skins are thrown into the water of a recently dug ditch [43]).

If we were not so credulous and examined many things with a watchful and attentive eye, I doubt whether people would proclaim so many fables about procreation as they now often do. But however clearly I have brought to light many examples of procreation (which have been thought to be caused by putrefaction), still they will not be accepted by some people, since many persons are prejudiced and stick to those old errors, namely that many small

---

[42]) It is not clear which author L. is referring to. The sentence about the *Eel Skins* at any rate originates from Aristotle:
„We have seen eels emerging from the skins of these worms; and if one tears the worms apart and opens them, one sees the eels clearly inside them." (*Historia Animalium*, VI, 15).

L. Bertin (1956: *Eels*, p. 2) interprets this passage as follows: *Aristotle speaks of the eel as emerging, so to speak, from a pupal stage.*

A different conception of the *generatio spontanea* of the eel from dew is mentioned by L. on pp. 143-145. See also note 14.

[43]) Although L.'s explanation of the generation of eels from *Eel Skins* is altogether wrong, it is the understandable consequence of the hypothesis of the viviparity of the eel set up in this letter.

komen. Maar soo miraculues [130]) als het ons soude toe schijnen, dat nu de hoender eijeren, en ander eijeren uijt boomen voort quamen, gelijk de vrugten doen, ende dat uijt soo danige eijeren, kiekens en ander gevogelte wierd voort gebragt [131]), soo miraculues [130]) soude het mij toe schijnen, dat eenig dier, uijt eenige bedervinge voort quam.

fig. XXXI-XXXIII.

Ik sal hier nog bij voegen, dat ik nu int laast van feb: 1692. weder agt soo Alen als Palingen, haar Baar-moeders hebbe geopent, en uijt een vande selvige de onvolmaakte schepsels, als met fig: 3. sijn, aangewesen, en uijt een tweede sag ik de schepsels als met fig: 4, sijn aangewesen, ende in een derde, sag ik de schepsels als met [a]) fig: 5. sijn aangewesen. Vande andere was niet [51]) te seggen, het geene noterens waardig was.

Nader hand heb ik op verscheijde tijden, veel Palingen ontledigt, ende de Baar-moeders door sogt, en hebbe de volmaakte kleijne [b]) uijt deselve gehaalt, en die verscheijde malen in kleijne glaasjens op geslooten om die aan bijsondere [32]) liefhebbers te konnen vertoonen, maar wanneer ik [c]) die maar een weijnig tijd, in glase buijsjens waren op geslooten geweest, sakten die na de gront, om dat die wat swaarder waren, dan de vogtigheijt daar sij in lagen, en welke vogtigheijt bij mij was vermengt, met gemeen [94]) water, op dat ik die des te beter soude konnen bekennen, en sakten dus soo over hoop [132]) op malkanderen, dat geen nette figuur daar aan te bekennen [133]) was, en daar benevens verminderde haar lighaam van tijd, tot tijd [134]), en wanneer ik die uijt de vloeijbare vogt, daar sij in lagen uijt nam, en separeerde die van den anderen [135]) op een seer dun glaasje, droogden die soo irregulier in een, dat men gans geen figuur dat na een Aeltge geleek, daar aan konde bekennen.

Wormen in de mens en in vissen.

Mijn Voornemen is wel geweest, omme vande Voorteelinge niet meer te spreeken, dog na de maal men mij veel maal heeft gevraegt, hoe de Wormen in 's Menschen lighaam komen, soo hebbe ik als noijt mijn gedagten daar op met ernst geset [136]), niet konnen antwoorden, en alsoo nu eenige dagen geleden, verscheijde Voorname Heeren mij quamen besoeken, en mij weder het boven geseijde vraagden, soo hebbe ik sedert die tijd, niet alleen mijn gedagten daar op laten gaan, maar ik hebbe ook de ingewanden van bijsondere [32])

---

a) A: die hier vooren met   b) A: en hebbe volmaekte kleyne Alen   c) A: wanneer die

130) *soo miraculues*, even wonderlijk.

131) Dit wonderlijke verhaal hangt samen met de Middeleeuwse legende over het ontstaan van de brantgans (*Branta bernicla* L.) uit schelpen op aangespoeld dennehout. De legende leidde een bloeiend bestaan tot ver in de 19de eeuw. Aan het eind van de Middeleeuwen werd het wrakhout tot een levende boom, die schelpen in plaats van vruchten voortbracht. L. kende blijkbaar een jongere variant op het thema, waarin de schelpen in eieren en de brantgans in hoenderen en andere vogels veranderd zijn. (E. A. Armstrong 1958: *The Folklore of Birds*, blz. 22-237).

132) *over hoop*, ordeloos.

133) *dat geen nette figuur daar aan te bekennen was*, dat de gedaante niet goed te onderkennen was.

134) *van tijd, tot tijd*, geleidelijk.

135) *van den anderen*, van elkaar.

136) *hebbe ik als noijt mijn gedachten daar op met ernst geset*, heb ik nooit ernstig daarover gedacht.

animals are generated by putrefaction. But just as it would appear miraculous to us that hen's eggs and other eggs should be produced from trees, as are fruits, and that from such eggs chickens and other birds should be generated [44]), so it would appear miraculous to me that any animal should be generated from any kind of putrefaction.

I will here add that in the latter part of February 1692 I once more opened the Wombs of eight Eels, and from one of them I took the imperfect creatures shown in fig. 3, and from a second I saw the creatures shown in fig. 4, and in a third I saw the creatures shown in fig. 5. About the others nothing noteworthy could be said.

figs XXXI-XXXIII.

Afterwards I dissected many Eels at different times, and I examined the Wombs; and I took from them the perfect little eels and enclosed them several times in small glass tubes, in order to show them to various interested persons, but when they had been enclosed only a short time in glass tubes, they sank to the bottom, because they were a little heavier than the fluid in which they lay, which fluid had been mixed by me with ordinary water, in order that I might discern them the better. And they thus sank on to each other so chaotically that no clear shape could be discerned in them, and moreover their bodies dwindled gradually. And when I took them out of the fluid in which they lay and separated them from each other on a very thin piece of glass, they dried up so irregularly that one could not discern in them any shape at all resembling a little Eel.

Worms in man and in fishes.

It was indeed my Intention not to speak about Procreation any more, but since I have often been asked how Worms get into a Man's body, never having given serious thought to it, I was unable to reply. And since a few days ago, several Distinguished Gentlemen came to visit me and again asked me the aforesaid question, since that time I not only turned it over in my mind, but

---

[44]) This odd story is connected with the mediaeval legend concerning the generation of the barnacle-goose (*Branta bernicla* L.) from barnacles on driftwood. The legend flourished well down into the nineteenth century. At the end of the Middle Ages the wreckage became a living tree, which produced barnacles instead of fruit. L. was apparently acquainted with a more recent version of the theme, according to which the barnacles were transformed into eggs and the barnacle-goose into chickens and other birds (E. A. Armstrong 1958: *The Folklore of Birds*, pp. 22-237).

Visschen door sogt, en ik ben soo verre gekomen, dat ik mijn selven daar ontrent hebbe konnen voldoen [137]). Ik sal hier mede af breeken, ende onder des blijven [a]).

Hoogh Edele Heeren.

Hare Hoogh Edele onderdanige Dienaar
Antoni van Leeuwenhoek.

Bloedvaten van sprinkhaan.

P.S. Na het sluijten deses, bekome ik eenige Sprink-hanen, die ik ontledig, ende onder andere daar in soo veel bloet-vaaten kom te sien, dat men wel oordeelen soude, dat in een Menschen lighaam, soo veel bloet-vaaten niet en waren; en ik moet seggen, dat een groot Anatomicus met het bloote oog werkende, op verre na, soo veel bloet-vaaten, in een been van een Mensch, niet en soude konnen voor de oogen stellen, als ik wel kome te sien, op een kleijn gedeelte vlees, dat ik uijt het been van een Sprink-haan hebbe genomen, en daar benevens oordeel ik, dat de bloet-vaaten sig in sulke onbegrijpelijke menigte van kleijne takken verspreijen, dat wanneer een grof sand gedeelt was, in eenige duijsent milioenen van deelen, die deelen door soo danige takjens of vaatgens, niet souden konnen door gaan [138]).

---

[a]) A: enz: Antoni van Leeuwenhoek.

[137]) *voldoen*, tevreden stellen.

Een uitvoerig verslag van zijn onderzoek naar parasitaire wormen in vissen en zijn beschouwingen over wormbesmetting bij de mens geeft L. in zijn Brief 131 [78], van 24 januari 1694, gepubliceerd in dit deel, blz. 324-342.

[138]) L. beschrijft hier het sterk vertakte systeem van luchtbuizen (tracheeën) in het lichaam van de sprinkhaan, dat hij verkeerdelijk analogiseert met het bloedvatenstelsel van gewervelde dieren, dit ondanks zijn nauwkeurige waarnemingen van het bloedvatensysteem in de vleugel van de grote groene sprinkhaan in Brief 121 [73], van 24 juni 1692, gepubliceerd in dit deel, blz. 50-52. Over zijn gedurige verwarring van tracheeën met bloedvaten bij insecten, zie A. Schierbeek 1950: *Antoni van Leeuwenhoek,* Dl. 1, blz. 241-243.

I also examined the intestines of different Fishes, and I got so far that I was able to satisfy myself about it [45]). I will break off here, and meanwhile remain [a]),

Very Noble Sirs,
Your Honours' most humble Servant,
ANTONI VAN LEEUWENHOEK.

Blood-vessels of grasshopper.

P.S. After concluding this letter, I received some Grasshoppers, which I dissected, and I perceived therein, among other things, so many blood-vessels that one might think that there would not be so many blood vessels in a Man's body. And I am bound to say that a great Anatomist, working with the naked eye, would not be able to detect so many blood-vessels in a Man's leg as I perceived in a small portion of flesh which I took from the leg of a Grasshopper, and moreover I think that the blood-vessels branch into such an incredible number of small branches that if a grain of coarse sand were divided into some thousands of millions of particles, those particles could not pass through those small branches or vessels [46]).

---

[a]) A: etc.: Antoni van Leeuwenhoek.

[45]) L. gives a detailed report on his search for parasitic worms in fishes and a discussion of infection of man by worms in his Letter 131 [78], of 24 January 1694, published in the present volume, pp. 325-343.

[46]) L. here describes the highly ramified system of air-pipes (tracheae) in the body of the grasshopper, which he analogizes wrongly with the vascular system of vertebrates, in spite of his accurate observations of the vascular system in the wing of the large green grasshopper in Letter 121 [73], of 24 June 1692, published in the present volume, pp. 51-53. On his constant confusion of tracheae with blood-vessels in insects, see A. SCHIERBEEK 1950: *Antoni van Leeuwenhoek*, Vol. 1, pp. 241-243.

Gericht aan: MARIA, Koningin van Groot-Brittannië.

Manuscript: Geen manuscript bekend.

GEPUBLICEERD IN:

A. VAN LEEUWENHOEK 1693: *Derde Vervolg der Brieven* ..., blz. (i)-(vi) (Delft: H. van Kroonevelt). – Nederlandse tekst [A].

OPMERKING:

Deze brief is de opdracht van het *Derde Vervolg der Brieven.*

LETTER No. 124 — 23rd SEPTEMBER, 1692

Addressed to: MARY, Queen of Great Britain.

Manuscript: No manuscript is known.

PUBLISHED IN:

A. VAN LEEUWENHOEK 1693: *Derde Vervolg der Brieven* ..., pp. (i)-(vi) (Delft: H. van Kroonevelt). – Dutch text [A].

REMARK:

This letter is the dedication to the *Derde Vervolg der Brieven*.

Aan Haar Majesteit
MARIA,
Koninginne van Groot Brittanjen
Doorluchtige, Voortreffelijxste, Groot-Machtigste Koninginne.

IK soude noyt de vrymoedigheid hebben derven nemen, van dese jegenwoordige by my op nieuws gedane ontdekkinge, in de saake der natuur, voor het bloote oog wel meest verborgen; maar de welke naeukeuriger ingesien [1], op het aldermeeste de grootheyt, ende volmaaktheyt des Scheppers van 't Geheel Al, doen uytschitteren: als meer [2]) mijne geringe aanmerkingen [3]) over deselve te brengen, voor de oogen van so een Groote en Onvergelijkelijke, Doorsigtig [4]), Verstandige Koninginne, als Hare Majesteit: ten ware [5]) hier inne was aangemoedigt geworden: voor eerst, door dat Hare Majesteit nog hier te Lande sijnde, mijn geringe Persoon heeft gelieft te verwaardigen, omme selfs [6]) te komen binnen de Stad mijner residentie; ten eynde mijne ontdekkingen, by my noyt soo hoog gewaardeert, omme te mogen verschijnen, voor 't Oog van soo Groote Koninginne, te aanschouwen: hoe wel de Fortuyn my als doen soo nydig [7]) is geweest, ('t geene al mijn levens tijd by my sal, en moet sijn beklaagt) dat ik door mijn absentie uyt de Stad, niet hebbe moge genieten de eer omme Hare Majesteit, van alle het geene in mijn vermogen was geweest te bedienen, en voor Hare Majesteits alderdoorsigtigste [8]) oogen open te leggen [9]): ende ten anderen [10]), dat selfs door geen geringe Bediende van Hare Majesteit [11]), soo mondeling als schriftelijk ben versekert, dat Hare

---

[1]) *naeukeuriger ingesien*, als ze nauwkeuriger bekeken worden.

[2]) *als meer*, alsmede.

[3]) *aanmerkingen*, opmerkingen.

[4]) *Doorsigtig*, met doorzicht begaafd, scherpzinnig.

[5]) *ten ware*, als (ik) niet.

[6]) *selfs*, zelf.

[7]) *nydig*, slecht gezind.

[8]) *alderdoorsigtigste*, zeer scherp ziende.

[9]) A. Schierbeek (*Antoni van Leeuwenhoek* ..., Dl. 1, 1950, blz. 51-52) meende, dat koningin Mary in 1691 of 1692 L. bezocht. Echter, nadat haar echtgenoot stadhouder Willem III in 1688 in Engeland voet aan wal gezet had *(Glorious Revolution)*, stak zij in februari 1689 naar haar geboorteland over en is sindsdien nimmer in Holland teruggekeerd. Haar bezoek aan L. moet dus vóór of heel in het begin van 1689 plaats gehad hebben.

Waarschijnlijk bezocht Mary L.'s huis rechtstreeks vanuit Den Haag zonder aankondiging vooraf, want anders zou L. zeker niet de stad verlaten hebben en zou hij ervoor gezorgd hebben aanwezig te zijn. [Swt.]

Volgens M. Folkes (*Some account of Mr. Leeuwenhoek's curious Microscopes* ... in *Philosophical Transactions*, Dl. 32, 1723, blz. 450-451) heeft L. tijdens dit bezoek aan de koningin *A Couple of his Microscopes* aangeboden. Indien L. haar ooit deze microscopen geschonken heeft, moet dit evenwel bij een andere gelegenheid dan dit bezoek plaats gehad hebben. In elk geval zijn deze instrumenten volgens C. Dobell (*Antony van Leeuwenhoek and his „Little Animals"*, 1932, blz. 317) nooit teruggevonden.

[10]) *ten anderen*, ten tweede.

[11]) Het is moeilijk na te gaan, wie de *Bediende* geweest is.

23rd September, 1692

To Her Majesty
MARY,
QUEEN OF GREAT BRITAIN
Most Illustrious, Peerless, Mighty Queen,

I should never have dared to presume to put before the eyes of such a great and incomparable, perspicacious, intelligent Queen as Your Majesty these present discoveries once again made by me, in the matter of nature, though mostly hidden to the naked eye, but which, when more closely looked into, more than ever cause the greatness and the perfection of the Creator of the Universe to shine, as well as my modest remarks upon them, if I had not been encouraged to do so: first of all, because Your Majesty, when still in this Country, was pleased to vouchsafe to my insignificant Person to come personally to the City of my residence, in order to behold my discoveries, which were never so highly valued by me that they should be allowed to appear before the Eye of so great a Queen; although Fortune was then so ill-disposed towards me (which will and must be lamented by me all my life) that owing to my absence from the city I was not allowed to enjoy the honour of serving Your Majesty with everything that had been in my power, and revealing them to Your Majesty's most keen-sighted eyes [1]; and secondly, because I had been assured even by no inferior Servant of Your Majesty [2], both orally and in writing, that

---

[1]) A. SCHIERBEEK (*Antoni van Leeuwenhoek* ..., Vol. 1, 1950, pp. 51-52) thought that Queen MARY visited L. in 1691 or 1692. However, after her husband, Stadtholder WILLIAM III, had set foot ashore in England in 1688 *(Glorious Revolution)*, she crossed to her native country in February 1689 and never since returned to Holland. Her visit to L. therefore must have taken place before or quite early in 1689.

MARY probably visited L.'s house directly from The Hague, without any previous announcement, for otherwise L. surely would not have left the city, but would have seen to it that he was present. [Swt.]

According to M. FOLKES (*Some account of Mr. Leeuwenhoek's curious Microscopes* ... in *Philosophical Transactions*, Vol. 32, 1723, pp. 450-451) during this visit L. presented the queen with *A Couple of his Microscopes*. If L. ever gave her these microscopes, this must, however, have happened on a different occasion from this one. In any case, according to C. DOBELL (*Antony van Leeuwenhoek and his „Little Animals*", 1932, p. 317) these instruments have never been traced.

[2]) It is difficult to ascertain who the *Servant* can have been.

Majesteit selfs onder hare wigtige occupatien, mijne voorige uitgegeven Ontdeckingen ende speculatien met hare gedagten gelieft te verwaardigen, want het selvige sijn preuven van so grote gunst en eer, dat ik deselve noyt over mijne geringe arbeit hadde kunnen verhoopen; soo hebbe ik daar op dese mijne overdadige vrymoedigheyt derven fundeeren [12]), ende deese mijne nieuwe ontdeckingen en speculatien [13]) te offeren voor de voeten van Hare Majesteit, in verhoopinge dat deselvige met een gunstig oog van Hare Majesteit sullen mogen werden verwaardigt, niet als sulks meriterende [14]); maar alleen uyt Haar Majesteyts aangeboore Grootdadigheyt, dewelke niet weygert een gunstig oor en oog aan die geene de welke na haar gering vermogen, uyt al haar macht en by alle occasien Haar Majesteit poogen dienst te doen, onder dewelke ik sal achten voor mijn een groote eer te zyn, van altijd te mogen wesen en blyven

Doorluchtigste, Voortreffelyxste, Groot-Magtigste Koninginne

Delft desen 23.
September 1692.

HARE MAJESTEITS
Aldergeringste en Onderdanigste Dienaar

A. van Leeuwenhoek.

---

[12]) *fundeeren*, gronden, baseren.
[13]) *speculatien*, beschouwingen.
[14]) *als sulks meriterende*, omdat zij dit verdienen.

Your Majesty, even during her momentous occupations, deigns to give her thoughts to my previously published Discoveries and speculations, for all these are proofs of so great a favour and honour that I could never have hoped to receive them for my modest labours. Thus I have dared to found thereupon this my excessive boldness, and to lay at the feet of Your Majesty these my new discoveries and speculations, hoping that they may be honoured with Your Majesty's favourable glance, not because they deserve it, but merely out of Your Majesty's inborn Generosity, which does not refuse a favourable ear and eye to those who, according to their modest ability, endeavour with all their might and on all occasions, to serve Your Majesty, among whom I shall deem it a great honour to me always to be and remain,

Most Illustrious, Peerless,
Mighty Queen,

Delft, this 23rd of
September 1692.

YOUR MAJESTY'S
Most humble and faithful servant

A. van Leeuwenhoek.

Gericht aan: Antoni van Leeuwenhoek.

Manuscript: Geen manuscript bekend.

GEPUBLICEERD IN:

Philosophical Transactions, Dl. 19, No. 221, For the Months of June, July, and August, 1696, blz. 269. – Engelse vertaling.

A. van Leeuwenhoek 1697: *Sesde Vervolg der Brieven* ..., blz. 271 (Delft: H. van Krooneveld). – Nederlandse tekst [A].

A. van Leeuwenhoek 1697: *Continuatio Arcanorum Naturae Detectorum* ..., blz. 128-129 (Delphis Batavorum: H. a Kroonevelt). – Latijnse vertaling.

A. a Leeuwenhoek 1722: *Arcana Naturae Detecta, Editio Novissima* ..., blz. 128-129 (Lugduni Batavorum: J. A. Langerak). – Latijnse vertaling.

INHOUD:

Over de voortplanting van de aal.

OPMERKING:

Het oorspronkelijke afschrift van deze brief is opgenomen in Brief [102], van 10 juli 1696, te Londen, Royal Society, MS. 1964, Early Letters L.2.55.

LETTER FROM CHRISTIAAN HUYGENS 20th OCTOBER, 1692

Addressed to: Antoni van Leeuwenhoek.

Manuscript: No manuscript is known.

PUBLISHED IN:

Philosophical Transactions, Vol. 19, No. 221, For the Months of June, July, and August, 1696, p. 269. – English translation.

A. van Leeuwenhoek 1697: *Sesde Vervolg der Brieven* ..., p. 271 (Delft: H. van Krooneveld). – Dutch text [A].

A. van Leeuwenhoek 1697: *Continuatio Arcanorum Naturae Detectorum* ..., pp. 128-129 (Delphis Batavorum: H. a Kroonevelt). – Latin translation.

A. a Leeuwenhoek 1722: *Arcana Naturae Detecta, Editio Novissima* ..., pp. 128-129 (Lugduni Batavorum: J. A. Langerak). – Latin translation.

SUMMARY:

On the procreation of the eel.

REMARK:

The original copy of this letter in Letter [102], of 10th July 1696, London, Royal Society, MS. 1964, Early Letters L.2.55.

[Hofwijk, 20 oktober 1692] [1])

Ik ben door verscheijde besigheden, en toe vallen belet geweest, UE. laaste uijt gegevene observatien [2]), met aandagt eerder als nu te door lesen, hebbe daar in groot genoegen ende vermaak [3]) gevonden etc..

De Voorteelinge van alle Dieren en insecten, door zaad, en niet uijt Corruptie [4]), zie ik gaarne dat van UE. hoe langer, hoe meer werd bewesen; want ik mede teene maal van dat gevoelen ben [5]).

Ontrent de Generatie der Alen vint ik eenigzints vreemt, dat hare jongen inde Baar-Moeder sonder eenig teeken van leven, bij UE. gevonden werden [6]).

---

[1]) Deze brief van Christiaan Huygens aan L. wordt niet vermeld in de *Oeuvres Complètes de Christiaan Huygens*. De datum en de locatie volgt uit de inleidende alinea tot deze brief; zie blz. 176, *Manuscript*. Hofwijk, de nog bestaande buitenplaats aan de Vliet onder Voorburg bij Den Haag, werd in 1640 aangelegd door Constantijn Huygens Sr., de dichter, die in een van zijn bekendste werken (*Hofwyck*, 1653) van zijn grote liefde voor het huis heeft getuigd. Na zijn dood ging zijn tweede zoon Christiaan op Hofwijk wonen. Christiaan bewoonde Hofwijk voornamelijk in de zomer; 's winters verbleef hij in Den Haag. Het grootste gedeelte van zijn bibliotheek en manuscripten bevond zich op de buitenplaats (*Oeuvres Complètes de Christiaan Huygens*, Dl. IX, 1901, blz. 295, aant. 1; *idem*, Dl. XXII,1950, blz. 750, 775-776; *Nieuw Nederlandsch Biografisch Woordenboek*, Dl. 1, 1911, kol. 1180-1186; H. J. Eymael 1920: *Constantijn Huygens' Hofwijck (Vitaulium)*).

[2]) Huygens doelt hier op Brief 123 [75], van 16 september 1692 (zie blz. 130-168 van dit deel), van L. aan de Royal Society, waarin hij de bacteriën in tandaanslag van de mens en de voortplanting van de paling bespreekt.

[3]) Huygens' *groot genoegen ende vermaak* is zeker geen hoffelijkheid, maar een welgemeende uitlating, die verband houdt met Huygens' eigen onderzoekingen. Hij bestudeerde in het voorjaar van 1692 de bloedsomloop in de staart van de paling met een zelfgebouwde aalkijker, en daarna van juni tot en met 25 oktober 1692 de infusoriën in peper- en gemberwater; dus *de dato* deze brief was hij er juist mee bezig! (*Oeuvres Complètes de Christiaan Huygens*, Dl. XIII, 1916, blz. 720-732; *idem*, Dl. XXII, 1950, blz. 757). Beide onderzoekingen deed Huygens blijkbaar in navolging van L.'s beroemd geworden brieven 113 [66], van 12 januari 1688, *Alle de Brieven*, Dl. 8, blz. 66-117, over de bloedsomloop in vinnen van verschillende vissen en over de bouw van de aalkijker, respectievelijk 26 [18], van 9 oktober 1676, *idem*, Dl. 2, blz. 60-161, over infusoriën in water en specerijen.

[4]) *Corruptie*, bederf, rotting.

[5]) Huygens' waardering voor L.'s werk over de voortplanting kwam reeds op 10 maart 1679 (blijkbaar Oude Stijl) tot uiting, toen hij in een bijeenkomst van de Académie des Sciences te Parijs een uittreksel uit L.'s brief van 25 april 1679 aan Nehemiah Grew voorlas, handelend over de spermatozoïden van de kabeljauw en in de *vas deferens* van een haan (Brief 43 [28], van 25 april 1679 aan Nehemiah Grew, *Alle de Brieven*, Dl. 2, blz. 2-35; Brief 44, van 27 april 1679, het uittreksel van de vorige brief, *idem*, Dl. 2, blz. 36-41; *Oeuvres Complètes de Christiaan Huygens*, Dl. XXII, 1950, blz. 267). Dit uittreksel was Christiaan toegezonden door zijn vader Constantijn (*Oeuvres Complètes de Christiaan Huygens*, Dl. VIII, 1899, blz. 156-163).

[6]) Zie Brief 123 [75], van 16 september 1692, blz. 156 in dit deel; L. schreef: *en hoe menige Ael en Paling ik heb ontledigt, daar de volmaakte ongeboore Alen of Palingen in waren, soo en hebbe ik niet konnen sien, dat de jonge ongeboore Alen of Palingen haar beweegden.* Met zijn opmerking legde Huygens op scherpzinnige wijze de vinger op een zwakke stee in L.'s onderzoek over de voortplanting van de paling. Zie ook aant. 96 op blz. 156 in dit deel.

[Hofwijk, 20th October, 1692] [1])

I have been prevented by divers occupations and accidents from reading your latest observations [2]) attentively before this; I have found great satisfaction and pleasure [3]) in them, etc..

I am pleased to see that the Generation of all animals And insects by seed and not by Corruption is being proved by you more and more plainly, for I am altogether of the same opinion [4]).

As to the Generation of Eels, it seems somewhat strange to me that their young are found by you in the Womb without any sign of life [5]). Nor do you

---

[1]) This letter from Christiaan Huygens to L. is not mentioned in *Oeuvres Complètes de Christiaan Huygens*. The date and the location follow from the introductory paragraph to this letter; see p. 177, *Manuscript*. Hofwijk, the still existing country-seat on the Vliet in the immediate neighbourhood of Voorburg, near The Hague, was laid out in 1640 by Constantijn Huygens Sr., the poet who testified to his great love of the house in one of his bestknown works (*Hofwyck*, 1653). After his death his second son Christiaan went to live at Hofwijk. Christiaan chiefly resided at Hofwijk in summer; in winter he stayed in The Hague. The greater part of his library and manuscripts was present at the country-seat (*Oeuvres Complètes de Christiaan Huygens*, Vol. IX, 1901, p. 295, note 1; *idem*, Vol. XXII, 1950, pp. 750, 775-776; *Nieuw Nederlandsch Biografisch Woordenboek*, Vol. 1, 1911, col. 1180-1186; H. J. Eymael 1920: *Constantijn Huygens' Hofwijck (Vitaulium)*).

[2]) Huygens here refers to Letter 123 [75], of 16 September 1692 (see pp. 131-169 of this volume), from L. to the Royal Society, in which he discusses the bacteria in the human mouth and the generation of the eel.

[3]) Huygens's statement *great satisfaction and pleasure* is by no means an expression of courtesy, but a seriously meant remark, which is connected with his own research. In the spring of 1692 he was studying the circulation of the blood in the tail of the eel with the aid of a home-made eel spy-glass, and then from June to 25 October 1692 the infusoria in pepper-water and ginger-water; just at the date of this letter therefore he was engaged in this research (*Oeuvres Complètes de Christiaan Huygens*, Vol. XIII, 1916, pp. 720-732; *idem*, Vol. XXII, 1950, p. 757). Huygens apparently carried out both these researches in imitation of L.'s famous letters 113 [66], of 12 January 1688, *Collected Letters*, Vol. 8, pp. 67-117, on the circulation of the blood in fins of various fishes and on the construction of the eel spy-glass, and 26 [18], of 9 October 1676, *idem*, Vol. 2, pp. 61-161, on infusoria in water and spices.

[4]) Huygens's appreciation of L.'s work on generation found expression already on 10 March 1679 (apparently Old Style), when to a meeting of the Académie des Sciences in Paris he read an extract from L.'s letter of 25 April 1679 to Nehemiah Grew, dealing with the spermatozoids of the cod and with the *vas deferens* of a cock (Letter 43 [28], of 25 April 1679 to Nehemiah Grew, *Collected Letters*, Vol. 3, pp. 3-35; Letter 44, of 27 April 1679, the extract from the preceding letter, *idem*, Vol. 3, pp. 37-41; *Oeuvres Complètes de Christiaan Huygens*, Vol. XXII, 1950, p. 267). This extract had been sent to Christiaan by his father Constantijn (*Oeuvres Complètes de Christiaan Huygens*, Vol. VIII, 1899, pp. 156-163).

[5]) See Letter 123 [75], of 16 September 1692, p. 157 in this volume; L. wrote: *and however many Eels I have dissected in which the perfect unborn eels were present, I have not been able to see that the young unborn Eels were moving*. With his remark Huygens shrewdly put his finger on the weak spot in L.'s research on the generation of the eel. See also note 34 on p. 157 in this volume.

Ook maakt UE. geen mentie van 't Mannelijk geslagt der Vissen, in [a]) twelk misschien levendig zaad, door de microscopia te zien zoude zijn [7]). Maar men zoude ongelijk hebben, alles 't effens [8]) van UE. te eijschen, daar nog oneijndige ondersoekinge overig zijn. Men moet int geene UE. ons mede deelt, UE. arbeijt en neerstigheijt hooglijk prijsen, en admireren, waar door daaglijks de kennisse der Nature vermeerdert, ende verbetert werd. Soo doe ik mede onder andere, en blijve na hartelijke groetenisse enz: en was geteijkent

CHR: HUIJGENS.

---

[a]) A: en.

[7]) Inderdaad spreekt L. in Brief 123 [75], van 12 september 1692, in het geheel niet over mannelijke paling; zie ook aant. 85 op blz. 152 in dit deel. Deze opmerking van HUYGENS heeft L. aan het nadenken gebracht, want in de nog te publiceren Brief [102], van 10 juli 1696 (*Sesde Vervolg der Brieven*, 1697, blz. 272), waarin L. deze brief van HUYGENS citeert, spreekt hij het (onjuiste) vermoeden uit, dat de paling evenals sommige slakken hermaphrodiet zou kunnen zijn.

[8]) *'t effens*, tegelijk.

make any mention of the Males of the Fishes, in which living seed might perhaps be seen through the microscopes [6]). But it would be wrong to demand everything at the same time from you, innumerable researches still remaining to be made. We ought highly to commend and admire your labour and diligence in what you communicate to us, as a result of which the knowledge of Nature is increased and corrected daily. And so I do, amongst the others, and I remain, after cordial greetings,

(sgd) Chr. Huijgens.

[6]) In Letter 123 [75], of 12 September 1692, L. does not indeed refer at all to male eels; see also note 29 on p. 153 in this volume. This remark of Huygens set L. thinking, for in the Letter [102], of 10 July 1696, to be published later (*Sesde Vervolg der Brieven*, 1697, p. 272), in which L. quotes this letter from Huygens, he utters the (mistaken) presumption that, like certain slugs, the eel might be a hermaphrodite.

Addressed to: ANTONI VAN LEEUWENHOEK.

Manuscript: The original letter and drawing have been lost. A copy of this letter at London, Royal Society, Letter Book Original, Vol. XI, Pt. I, pp. 140-141.

PUBLISHED IN:

A. VAN LEEUWENHOEK 1694: *Vierde Vervolg Der Brieven ...*, pp. 534-535, 536-537, 541 (Delft: H. van Kroonevelt). – Dutch translation of parts of the letter.

A. VAN LEEUWENHOEK 1695: *Arcana Naturae Detecta*, pp. 351, 352-353, 356 (Delphis Batavorum: H. a Krooneveld). – Latin translation of parts of the letter.

A. À LEEUWENHOEK 1722: *Opera Omnia, Seu Arcana Naturae ... Editio Novissima*, pp. 322, 323-324, 326 (Lugduni Batavorum: J. A. Langerak). – Latin translation of parts of the letter.

SUMMARY:

The microscopical structure of the feather. A view of univocal generation.

REMARK:

L. inserted a contemporary Dutch translation of parts of the letter in Letter 126 [76], of 15 October 1693, pp. 206-218 in this volume.

28th April, 1693 O.S.

A Letter From Ric: Waller R.S. Secr.
To Mr Anth: Leuwenhoeck
about Univocal & Equivocal Generation
sent Apr. 28th 1693 [1]).

S^r y^rs of ye 12 of Aug. & 16th of Sept. last [2]) were read in a meeting of ye R. Soc: to ye satisfaction of ye Persons present y^r observations on ye wings of Butterflys [3]) and ye delicate structure thereof are curious and ye figures as at all other times accurate of ye structure of ffeathers in general you will find a very exact account in Dr Hookes Micrographia Observ: 36 p. 168 with a conjecture at ye cause of their various colours, the beauty and brightness wherof he says proceeds from ye exceeding smalness and fineness of ye Reflecting parts, so that it may be worth ye tryal of y^r excellent microscopes whether you can discover any difference in ye Textures of the several parts of ye single thred if J may so call it of a feather, whence it appears of different colours, as whether for instance that wch shews red be of a different texture from that part wch is black or white [4]). *Structure of the feather.*

As to what you affirme in y^r other letter touching univocal Generation Jam wholely of y^r opinion, that there is and can be none without a Parent animal, the truth of which assertion is more and more evinced dayly by ye discoverys wch ye industry of y^r selfe and other curious Observers of Nature presents us with, when we still find all those Creatures are generated in a *Univocal generation.*

---

[1]) Waller read the text of this letter in the meeting of the Royal Society of 12 May 1693 O.S.: *M^r. Wallers Letter to M^r. Leewenhoek was read in answer to two formerly sent by him, the one about the structure of Feathers, desiring him to consider their Texture, where they are of differing colours: The other about the impossibility of aequivocall Generation* (Royal Society, *Journal Book Original*, Vol. IX, p. 122).

L. reacted to Waller's letter of 28 April 1693 O.S. with the letter of thanks 125, of 1 July 1693, and with Letter 126 [76], of 15 October 1693, on colours and on the procreation of fleas as an example of univocal generation, p. 188 and pp. 205-259 in the present volume.

[2]) These are the Letters 122 [74], of 12 August 1692, on a bird's feather amongst other things, and 123 [75], of 16 September 1692, on the procreation of eels amongst other things, pp. 69-129 and pp. 131-169 respectively in the present volume.

The *Journal Book Original* does not contain notes on the reading of the two letters in the meetings of the Royal Society. Robert Hooke did make an English excerpt of Letter 122, *viz.* of the passages on a bird's feather and the crystalline humour of the eye, and of part of the passage on the anatomy of wood (see also p. 69 in the present volume).

[3]) Neither in Letter 122, of 12 August 1692, nor in Letter 123, of 16 September 1692, does L. write about *Butterflys*. Waller probably confuses these letters with Letter 121 [73], of 24 June 1692, pp. 37-67 in the present volume, where L. describes the wing of an owlet-moth and gives a picture of it.

[4]) Waller here refers to Robert Hooke's *Micrographia* (1665), pp. 167-169: *Observ. XXXVI. Of Peacocks, Ducks, and other Feathers of changeable colours*, and the corresponding engraving, *Scheme XXII* (in the text of that work called erroneously *23rd Scheme*). In this passage Hooke paid attention to the flattened, overlapping plates or tiles *(reflecting parts)* of the barbules and thus found the correct explanation for the structural colours (compare W. Biedermann 1928: *Vergleichende Physiologie des Integuments der Wirbeltiere*, pp. 446-473).

regular & univocal manner wch ye Jgnorance and lazyness of former Ages thought ye Products of corruption to ye great affront of Nature for if chance & Corruption can produce so curious a Machine as a fly or Mite why all that apparatus of generative parts to bring forth an Horse or sheep indeed a larger but therfor a less nicely contrived animal: and when ever ye Vanity of men has put them upon Experiments of Equivocal Generation if any Jnsect has perhaps bin found by them it has bin by not taking sufficient precaution to keep out ye chance Eggs of Jnsects that are sometimes so small as to be carryed in ye Air. for when ever by stopping ye vessel or ye like this has bin sufficiently provided for they have wearyed their Eyes and Patience in a fruitless search of non entitys; as is attested by several Experiments upon our Registers [5]). Our Endeavours will certainly be more successfull when we proceed in examineing ye formation of all ye parts and in experiments of Generation univocal, and tho ye task be great y^et were right methods taken not insuperable and Jmay venture to say more of truth has bin discovered in this searching Age than in ye disputeing numbers of Ages preceeding; this Quest of Nature was doubtless ye worke designed for new created man and possibly when we shall have bin so

---

WALLER, who as an accomplished artist and draughtsman was interested in colours, was not quite satisfied with this explanation, perhaps because HOOKE himself had written that the form and shape of the *reflecting parts* were hard to establish. In his address on the anatomy of the parakeet, which he had read on 5 December 1688 O.S. (15 December 1688 N.S.) in the meeting of the Royal Society, WALLER stated *as a very pertinent Querie, to consider how the severall Colours of the same feather, upon the same stem, can be conceived to become so exactly distinguished at just intervalls, in all the Feathers of the Tayle, as they are found to be* (Royal Society, *Journal Book Original*, Vol. VIII, p. 234, meeting of 5 December 1688 O.S.). This address was not published until 1694 in the *Philosophical Transactions*, Vol. XVIII, No. 211, pp. 153-157, under the title *Observations in the Dissection of a Paroquet*. Here the question is formulated less clearly (p. 154): *It were not an unworthy Curiosity to examine the colours of the Feathers of Birds, and how the same individual branch of the stem of a Feather, as here, comes to be tinged with such diversity of Colours; but tha: by the by.* Apparently L.'s discussion of the structure of a bird's feather in Letter 122 [74], of 12 August 1692 (see also pp. 71-79 in the present volume), induced WALLER to ask him to repeat HOOKE's examination of the barbules with his highly superior microscopes. In Letter 126 [76], of 15 October 1693, pp. 205-259 in the present volume, L. actually goes into WALLER's question by making a few remarks on the flight feathers of a parrot and on red-coloured wool.

It is to be noted that WALLER does not go into the core of Letter 122 [74], of 12 August 1692, in which L. sets forth at length his newly gained insight into the anatomy of wood. This is probably due to the complexity of that part and the resultant incomplete English excerpt of ROBERT HOOKE (see p. 69 in the present volume).

[5]) The secretary of the Royal Society used to record the incoming communications very briefly in the *Journal Book Original* and in greater detail, sometimes even completely, in the *Letter Book Original* and the *Register Book Original*.

happy and successfull to have discovered all y[e] workes of our great Creator in this world, when there is no more worke for mankind here to do, this shall be changed into a new systeme of beings for y[e] entertainment of y[e] restless inquisitive Mind [6]). but J ramble too far therfor end with desireing y[e] permission of inserting some of y[r] observations in y[e] Philosoph: Transactions [7]).

y[r] very humble serv[t]
[RICHARD WALLER] [8])

P:S. Jhave spent some time in examineing and figureing several of our grasses. and here send you y[e] draught of one of y[e] Oate grasses as it appeared in my microscope [9])

---

[6]) This train of thought of WALLER's goes back to FRANCIS BACON (1561-1626), who considered it the exclusive task of science to improve the living conditions of man, which would result almost automatically in a new and naturally better human being. For this purpose one ought not to consult books, but nature itself, by an inductive method, via a particular form of organization. After his death BACON's ideas were actually realized by the foundation of the Royal Society; it is therefore not for nothing that the latter is called „Royal Society for the Improving of Natural Knowledge". [Smi.]

[7]) WALLER's request for permission to publish the observations was not answered by L. Perhaps this is one of the reasons why the letters of 12 August 1692 and 16 September 1692 are not to be found in the *Philosophical Transactions*.

[8]) The copy of the letter is not signed.

[9]) WALLER's drawing of oat grass has been lost.

WALLER made many drawings of zoological and botanical objects. The original drawing of the engraving of the tapeworm (see ill. 27) in TYSON's article *Lumbricus latus* (1683) was made by him; see also Letter 131 [78], of 24 January 1694, p. 327, note 4 in the present volume. In 1691 WALLER presented to the Royal Society forty folio sheets of coloured drawings of plants, made by himself, including twenty grasses (Royal Society, *Journal Book Original*, Vol. IX, pp. 62-63, meeting of 18 November 1691 O.S.). These drawings are preserved by the Royal Society in *General Manuscripts* 131, Nos 5-51. On some sheets there are also drawings of oat grasses.

Already in his letter to L. of 2 February 1692, *Collected Letters*, Vol. 8, pp. 337-339, WALLER gave a description of the structure of a grass spikelet, adding a drawing of a spikelet of oat grass.

Gericht aan: Richard Waller.

Manuscript: Ondertekende, eigenhandige brief te Londen, Royal Society, MS. 1951, Early Letters L. 2. 42a. Twee kwartobladzijden, waarvan een blanco.

Niet gepubliceerd.

KORTE INHOUD:

Bevestiging van ontvangst van een brief. Toezending van een Latijnse uitgave van brieven.

LETTER No. 125 1st JULY, 1693

Addressed to: RICHARD WALLER.

Manuscript: Signed autograph; London, Royal Society, MS. 1951, Early Letters L. 2. 42a. Two quarto pages, one of which is blank.

Not published.

SUMMARY:

Confirmation of the receipt of a letter. Dispatch of a Latin version of letters.

d' H[r] Ric: Waller.

Wel Edele Hoogh Geleerde Heer.

Ik hebbe sijne Wel Ed: aangenamen vanden 28[e] Apr: [1]) wel ontfangen, waar op ik goet gedagt hebbe de brieven die ik aan de Co: So: hebbe geschreven, ende inde Latijnse gedrukt [2]), sijne Wel Ed: toe te senden. Ik [a]) sal te sijnder tijd, op desselfs missive verder antwoorden [3]), en onder des blijven.

Wel Edele Hoogh Geleerde Heer

Sijne Wel Edele onderdanige Dienaar
ANTONI VAN LEEUWENHOEK

Delft desen
1[e] julij 1693.

[a]) hs: senden, ik.

[1]) Dit is de voorgaande Brief van RICHARD WALLER aan L., van 28 april 1693 O.S. (8 mei 1693 N.S.).

[2]) De ontvangst van deze brief en de gedrukte Latijnse brieven wordt niet vermeld in het *Journal Book Original* van de Royal Society. Het is niet duidelijk, welke Latijnse brieven L. hier bedoelt. Mogelijk heeft hij een exemplaar van zijn in 1689 verschenen *Continuatio Epistolarum* (Lugduni Batavorum) gezonden. Zie ook Brief 128, van 8 december 1693, blz. 266, in dit deel.

[3]) Het antwoord op WALLER's brief van 28 april 1693 O.S. (8 mei 1693 N.S.) is vervat in de eerste bladzijden van Brief 126 [76], van 15 oktober 1693, blz. 206-220, in dit deel.

1st July, 1693

To Mr. Richard Waller.

Very Noble and Highly Learned Sir,

I have duly received Your Honour's welcome letter of the 28th of April [1]), whereupon I have thought fit to send Your Honour the letters which I wrote to the Royal Society and which were printed in Latin [2]). I will in due course reply further to your letter [3]), and meanwhile remain,

Very Noble and Highly Learned Sir,

Your Honour's humble Servant
ANTONI VAN LEEUWENHOEK

Delft, this 1st
of July 1693.

---

[1]) This is the preceding letter from RICHARD WALLER to L., dated 28 April 1693 O.S. (8 May 1693 N.S.).

[2]) The receipt of this letter and the printed Latin letters is not mentioned in the *Journal Book Original* of the Royal Society. It is not clear what Latin letters L. is referring to. Perhaps he sent a copy of his *Continuatio Epistolarum*, which appeared in 1689 (Lugduni Batavorum). See also Letter 128, of 8 December 1693, p. 267, in this volume.

[3]) The reply to WALLER's letter of 28 April 1693 O.S. (8 May 1693 N.S.) is contained in the first pages of Letter 126 [76], of 15 October 1693, pp. 207-221, in this volume.

Gericht aan: ANTONI VAN LEEUWENHOEK.

Manuscript: Geen manuscript bekend.

GEPUBLICEERD IN:

P. RABUS 1693: *De Boekzaal van Europe* (Julius en Augustus 1693), blz. 159-164 (Rotterdam: P. van der Slaart). – Nederlandse tekst [A].

KORTE INHOUD:

Lofdicht op L. Aansporing om het onderzoek over de voortplanting van de vlo te publiceren.

OPMERKING:

De hier afgedrukte tekst is gebaseerd op [A].

LETTER FROM PIETER RABUS 18th AUGUST, 1693

Addressed to: Antoni van Leeuwenhoek.

Manuscript: No manuscript is known.

PUBLISHED IN:

P. Rabus 1693: *De Boekzaal van Europe* (July and August 1693), pp. 159-164 (Rotterdam: P. van der Slaart). – Dutch text [A].

SUMMARY:

Panegyric on L. Request to publish the investigation about the procreation of the flea.

REMARK:

The text as here printed is based on [A].

18 augustus 1693

MIJN HEER,

IS 't mijne voorspelling niet geweest, dat ik te Rotterdam [1]) noch in uwe kijkglazen zoude bezig zijn? Geloof my, 'k hebbe niet alleenlijk geduerende mijn wederkeeren na huis geen ander voorwerp van gedachten gehad, dan de gestadige erinnering van de by UE geziene wonderen, en verborgentheden der Nature, maar d'indrukselen van alle die gezichten speelden des nachts met d'allerwenschelijkste vermakelijkheden my slapende zoo vast voor oogen, min noch meer, als of ik in uw salet [2]) was: en op deze uere geniete ik een zielverlustiging door alle die denkbeelden; 'k wil zeggen, in dezen morgenstond komt my ik wete niet welk een dichtlust bekruipen, en aanporren, omme uw zeldsaam vernuft, ware het doenlijk, door vaarzen te verheerlijken.

Lofdicht op L.

Doorziende [3]) *Man, die 't alvermogen*
Der Godheid ziet met andere oogen
Als 't menschdom van alle eeuwen deed,
Hoe krijg ik nu bequame [4]) *klanken*
Om u na waarde te bedanken,
Voor uwe gunst aan my besteed.

Uw' glaze sleuteltjes [5]) *('k mag spreken*
Met Huigens) fix om op te steken [6])
Het zware nachtslot van Natuur,
Gaat nimmermeer uit mijn gedachten.
'k Zag, dat [7]) *mijn oog niet kon verwachten.*
O Fenix-kijker [8]) *vol van vuer!*

---

[1]) RABUS woonde in Rotterdam, waar hij zijn in 1692 opgerichte literaire tijdschrift, *De Boekzaal van Europe*, uitgaf. Eerder in 1693 wijdde hij enkele bladzijden aan L.'s werk. In de aflevering *January en February 1693*, blz. 6-13, recenseerde hij het *Derde Vervolg der Brieven* (1693). Daarna, in de aflevering *Maart en April 1693*, blz. 331-334, gaf hij een samenvatting van de correspondentie tussen L. en ANTONIO MAGLIABECHI, die gepubliceerd was in de *Giornale de' Letterati*. RABUS besloot deze samenvatting met de opmerking: *We hopen somtijds iets nieuws van den Heer Leeuwenhoek in de Boekzaal te zullen brengen*, welke hoop dus met de publicatie van deze brief van 18 augustus 1693 in vervulling ging.

[2]) Met *salet* wordt bedoeld L.'s *comptoir*. Voor de inrichting ervan zie Brief 26 [18], van 9 oktober 1676, *Alle de Brieven*, Dl. 2, blz. 78-80, aant. 38 en 45.

[3]) *Doorziende*, in dit verband worden twee betekenissen van *doorzien* opgeroepen: 1. tot in alle bijzonderheden bekijken en 2. de ware aard of betekenis van iets zien.

[4]) *bequame*, geschikte.

[5]) Zinspeling op het gedicht van CONSTANTIJN HUYGENS (1596-1687), *Op de print van Ant. Leeuwenhoeck*, gedrukt onder VERKOLJE's mezzotint van L. uit 1686, zie *Alle de Brieven*, Dl. 6, frontispice en blz. 88, aant. 6.

[6]) *fix om op te steken*, bruikbaar om open te maken.

[7]) *dat*, wat; dingen die.

[8]) *Fenix-kijker*, iemand die in het kijken boven anderen uitmunt.

18th August, 1693

DEAR SIR,

Did I not predict that I should be preoccupied with your magnifying glasses at Rotterdam [1])? Believe me, during my return home my mind could do nothing else but constantly recall the wonders and hidden mysteries of Nature I had seen at your house. Not only that, but in my sleep during the night the images of the things seen, with all that was most desirable and diverting, were as clear to my eyes as if I were more or less in your study [2]); and at the present moment my mind is finding great pleasure in all those ideas. I will confess that at this early hour I am stimulated and roused by I know not what urge to glorify in verse, if that were possible, your rare genius. *Panegyric on L.*

O discerning man, you that view the omnipotence of the Godhead with eyes different from those of mankind throughout the ages, how do I find the right words to thank you adequately for the favour you bestowed on me?

Your little glass keyes [3]) *(to use the words of Huygens), able to open the heavy double lock of Nature, are never out of my thought. I saw, O eminent and ardent observer, things my eyes could not expect to see.*

---

1) RABUS lived at Rotterdam, where he published his literary journal *De Boekzaal van Europe*, set up in 1692. Earlier in 1693 he devoted a few pages to L.'s work. In the number of January and February 1693, pp. 6-13, he reviewed the *Derde Vervolg der Brieven* (1693). Later, in the number of March and April 1693, pp. 331-334, he gave a summary of the correspondence between L. and ANTONIO MAGLIABECHI, which had been published in the *Giornale de' Letterati*. RABUS concluded this summary with the remark: *We hope to publish now and then something new from Mr. Leeuwenhoek in the Boekzaal*, a hope which was realized with the publication of this letter of 18 August 1693.

2) For the appointment of L.'s study, *cf.* Letter 26 [18], of 9 October 1676, *Collected Letters*, Vol. 2, pp. 79-81, notes 29 and 33.

3) A reference to the poem of CONSTANTIJN HUYGENS (1596-1687), *Op de print van Ant. Leeuwenhoeck*, printed underneath VERKOLJE's mezzotint of L. of 1686; see *Collected Letters*, Vol. 6, frontispiece and p. 89, note 4.

Mogt ik mijn oogen wel betrouwen,
Toen gy my konstig gaaft t' aanschouwen
Den wondren omloop van het bloed*?*
Ik moet, en wil, en zal het tuigen [9]*):*
Voor dit gezicht moet alles buigen,
Wat een nieuwsgierig harte voed.

Bedrieg ik my? of slaan mijn zinnen [10])
Door alles heen? en raak ik binnen
't Geheim-vertrek van yder dier?
Door u vertoond zoo net, zoo klaarlijk,
Van top tot teen, zoo openbaarlijk,
In al zijn t' zamenhang en zwier.

En schijne ik, van u afgescheiden [11]*),*
Nog met mijn oog alom te weiden
Door 't kleine rondje van uw glas [12]*),*
't Welk t' duizend duizendst van een zantje,
't Minst vezeltje van telg of plantje
Volmaakt vergrootte zoo als 't was?

Dat is 't. Nu ben ik, afgezondert,
Te meer ontzet, te meer verwondert,
Als ik herdenke 't gene ik zag:
En met verbaastheid heb begrepen,
Wat uw vernuft (zoo net geslepen
Als 't glas) deed komen voor den dag.

Daar gy, niet zwerende in de woorden,
Die gy en ik voor dezen hoorden,
Een and'ren weg tot wijsheid baant,
En u in 't kijken niet laat storen
Van breede praters, naam-doktoren,
Of wie te blind is, of verwaand.

---

[9]) *tuigen*, getuigen.

[10]) *slaan mijn zinnen*, dringen mijn zintuigen, mijn ogen.

[11]) *van u afgescheiden*, nu ik niet meer bij u (in het *salet*) ben. Dezelfde gedachte in *afgezondert* in de eerste regel van de volgende strofe.

[12]) *'t kleine rondje van uw glas*, het gaatje in de twee koperen plaatjes van L.'s microscoop, waarachter de lens bevestigd was.

Could I really believe my eyes, when you showed me by your art the wondrous circulation of the blood*? I must, will and shall bear witness to it: in the presence of this spectacle everything that feeds an inquisitive mind must bow.*

Am I deceived? Or do my eyes pierce through everything, and do I enter the inner sanctuary of every living creature, revealed by you so accurately, so clearly, so openly, from top to toe, in all its relationships and grace.

And now that I am departed from you, I still seem to let my eyes roam everywhere [looking] through the small circle of your magnifying glass [4]*, which magnified perfectly the thousand thousandth of a grain of sand, and the smallest fibre of a shoot or plant, just as it was.*

That's it. Now that I am separated from you I am the more astounded, the more surprised, when I recall what I saw, and with amazement I realize what your genius (polished as precisely as the glass) has brought to light.

Whilst you, not holding fast to doctrines which you and I learned earlier, open up another path to wisdom, and allow no wordy talkers, no so-called scholars or the blind and conceited, to interfere with your observations.

[4]) The hole in the two thin brass plates of L.'s microscope, between which the lens was mounted.

Elk diertje, van Natuur geschapen,
Voorzien met zijn byzonder wapen [13]),
Hoe klein 't ook zy, verkiest zijn gaê [14]),
En teelt zijn beeld in zeen of landen.
Deze onverbrekelijke banden
Behoeden 't wijd heel-al voor schaê.

En wil men d'Ouden dan gelooven,
Als om de waarheid te verdooven [15]),
Dat uit bederf ooit schepsel quam?
Dat 's taal om kind'ren meê te paayen:
Die stink-lucht moest haast overwaayen [16]),
Zoo dra uw oog het proefstuk [17]) *nam.*

Beschouwer der verborgenheden!
Uw zien bevestigt ons met reden
Waar uit dit oud vooroordeel rees.
't Was dat men niet genoeg beschouwde,
't Was dat men al te licht betrouwde,
't Geen niemand ooit met regt bewees.

Maar gy, met praatjes niet te vreden,
Zijt in het onderzoek getreden
Van yder lichaams-deel. Gy deed
Baarmoeders voor u open leggen:
Bevinding was uw troost: geen zeggen.
O heerlijke arbeid, dus besteed!

De zuiv're liefde tot de waarheid,
Die zelden voor het menschdom klaar leit,
Dreef uwe ziel, beroemde man;
Zoo lang die blijft uw' gezellinne,
En gy geraakt zijt door haar minne [18]),
Zult gy meer zien, als yemand kan.

Hier toe wil God zijn zegen geven,
En u een lang voorspoedig leven.

---

[13]) *byzonder wapen*, een dichterlijke vrijheid voor het geslachtsorgaan.

[14]) *gaê*, gelijke.

[15]) Deze regel is een tussenzin, die de bij elkaar behorende zinstukken vs. 1 en 3 van elkaar scheidt. Men kan de eerste helft van de strofe als volgt parafrazeren: En wil men dan – als het ware om de waarheid krachteloos te maken *(te verdooven)* – de Ouden geloven, dat ooit leven is ontstaan uit bederf?

[16]) *haast overwaayen*, snel wegwaaien.

[17]) *proefstuk*, hier: proef. Rabus bedoelt, dat L. met de ogen de oude opvattingen toetste en zo de onjuistheid ervan aantoonde.

[18]) *haar minne*, liefde voor haar (de waarheid).

Every little creature of Nature, however small it may be, endowed with its own special organs [5]*, chooses its mate and reproduces its like on land and sea. These indissoluble ties preserve the wide universe from harm.*

Are we then to believe the Ancients – as if to invalidate the truth – that life at one time arose from putrefaction? That is language to beguile children with. This fog was bound to be blown away as soon your eyes put it to the test.

O observer of hidden mysteries! Your observation has proved to us and given reasons how this old prejudice arose. It was that people did not sufficiently observe, that they relied too readily on what no one ever rightly proved.

But you, not content with empty words, undertook to examine every part of the body. You caused wombs to be opened up before us. Discovery was your comfort, not hearsay. O wonderful, devoted labour.

Pure love of truth, which seldom lies ready for man, inspired you, O famous man. As long as truth remains your companion and you love her, you will see more than anyone else.

For this may God give his blessing and to you a long and prosperous life.

---

[5]) The Dutch text reads *wapen,* weapon, a poetic licence indicating the sexual organ.

Voortplanting van de vlo.

UE ziet, hoe de Dichters zig konnen kittelen, als hen wat fraais voorkomt [19]. Maar, eer ik besluite, gedoog, waarde Heer, dat ik u bidde wat spoed te maken met uwe volwrochte beschouwing wegens de voorttelinge van de *Vloo*, my door UE voor een groot gedeelte vertoond. 'k Ben verzekert, dat het uwen edelmoedigen aart eigen is, de geheiligde waarheid (die UE, boven anderen, zulk een genadigen toegang tot haar gegunt heeft) zoo veel glorie by te zetten, als in uw vermogen is; doch ik erkenne daar benevens, dat de drieste domheid in deze, nochtans zoo kennis-rijke, tijd, onwaardig is van haar [20]) bestraalt te werden, en van uw zweet gedient te zijn: waar uit [21]) die gene, welken uwe brave ontdekkingen aan 't hart leggen, somtijds niet zonder vreeze zijn, of UE der moeyte mogt vervelen van deze uwe jongst-bewerkte uitvinding der *Vloo-teelt* voor de wereld bloot te leggen, dewijl men noch dagelijks die walgelijke stelling, van dat 'er dieren uit verrotting voort komen, moet hooren, niet alleenlijk van mannen, die pas voor matrozen den Oceaan der schepselbeschouwing bevaren, maar ook van zulke, die d'eernaam van bedrevene stierluiden [22]) dragen, en hunne verrotte gevoelens, uit het oud Heidendom [23]) voortgezet, in dezen later Christentijd niet willen verbannen.

Maar om uwe wisse wetenschap van 't werk der nature in haar eensgezette wet wegens de voorttelinge van alle dieren klem te geven [24]), en den tegensprekers, dien de waan der bedervinge [25]) te veel bedorven heeft, plotselijk den mond te stoppen, laat dog dat mensch-plagend beesje de *Vloo* in zijn wonderlijk maaksel en vorming, na zoo veel moeitens ondervonden, eenmaal ter drukpersse gaan, en geef den waardeerders van uwen naam in print ten besten, 't gene UE my door uwe vergrootglazen in wezen vertoond hebt. Laatze zien, zegge ik, de *Vloo*-eyeren, de wormkens daar uit voortgekomen, de popjes, en eindelijk de daar uit gespronge *Vloon* zelve, al t'zamen by UE in vervolg van tijd lijdzamelijk waargenomen. UE heeft ze dus verre gekoestert, geaast, gemest, en groot gebragt [26]); ey laat ze eer lang door Neerland springen, van waar ze te post in Latijnsche, Italiaansche, Engelsche, en Fransche talen den naam van *Leeuwenhoek* verder zullen roemruchtig maken [27]), en zoo wel bevestigen uwe onverwrikbare stelling van de welgeschikte voortteling der

---

[19]) *voorkomt*, onder ogen komt.

[20]) *haar* verwijst naar *de geheiligde waarheid.*

[21]) *waar uit*, waarom.

[22]) *stierluiden*, stuurlieden.

[23]) Met *het oud Heidendom* bedoelt Rabus waarschijnlijk de aanhangers van Aristoteles, die bij sommige organismen de spontane generatie voor mogelijk hielden.

[24]) *klem te geven*, gezag te geven.

[25]) *de waan der bedervinge*, de dwaalleer dat het ontstaan van leven uit bederf mogelijk is.

[26]) Rabus doelt in het voorgaande op het onderzoek van de voortplanting van de vlo, waarover L. in Brief 126 [76], van 15 oktober 1693, blz. 210-258, in dit deel, aan de Royal Society zou schrijven.

[27]) L.'s brieven werden geëxcerpeerd in de *Acta Eruditorum* (Latijn), *Giornale de' Letterati* (Italiaans), *Philosophical Transactions* (Engels) en *Bibliothèque universelle et historique* (Frans).

You see how poets gloat on it when they behold something beautiful. But before I conclude, permit me, dear Sir, to beseech you to hasten to complete your study on the procreation of the *Flea*, a large part of which you showed to me. I am convinced that it is characteristic of your generous nature to confer as much glory as you can on the hallowed truth (which has granted you, above all others, such gracious access). But I also admit that the impudent stupidity of this age, otherwise so rich in knowledge, is not worthy of being enlightened or served by your exertions, wherefore those who cherish your worthy discoveries are sometimes afraid that you may not care to take the trouble to disclose to the world your latest discovery of the *Procreation of the Flea*, because we have to listen day after day to the loathsome thesis (*viz.* that animals are generated from putrefaction), not only from men who are mere novices in navigating the depths of the study of creatures, but also from those who have the reputation of being expert navigators and who are loath to abadon in this later Christian age the thoroughly mistaken notions, surviving from ancient Paganism [6]).

Procreation of the flea.

But, in order to give authority to your sure knowledge of the way in which Nature works in the procreation of all animals according to its laws, laws established once and for all, and to close at one stroke the mouths of those who contradict you and who have been misled by the false doctrine of putrefaction [7]), pray allow your study of that humanity-vexing animalcule the *Flea* in its wonderful structure and form to go to press, after all the difficulties experienced by you, and reward those who value your name with a printed description of what you actually showed to me through your magnifying glasses. Let them see, I say, the eggs of the *Flea*, the worms that have been generated therefrom, the little pupae, and finally the *Fleas* themselves that have jumped out of them, all of which have been patiently observed by you in the course of time. You nursed, fed, fattened, and reared them to this point [8]). Ah, let make famous the name of *Leeuwenhoek* by post in Latin, Italian, English, and French [9]), and confirm your unshakable thesis of the beautifully regulated procreation of

[6]) By *ancient Paganism* RABUS probably means the followers of ARISTOTLE, who believed in the possibility of spontaneous generation for some organisms.

[7]) The *false doctrine* that the generation of living beings from putrefaction is possible.

[8]) In the preceding passage RABUS refers to the investigation about the procreation of the flea, on which L. was to report to the Royal Society in Letter 126 [76], of 15 October 1693, pp. 211-259, in this volume.

[9]) L.'s letters were excerpted in the *Acta Eruditorum* (Latin), *Giornale de' Letterati* (Italian), *Philosophical Transactions* (English), and *Bibliothèque universelle et historique* (French).

dieren, als uwe reeds-bekende vertooning van den *omloop des bloeds* [28]), op een weêrgadelooze wijze in acht genomen [29]).

Neem, vernuftige navorscher, mijne aanporringe [30]) in overleg, al was het enkel, om dat ik dit niet voor my, meer dan voor 't algemeene nut, wensche. Onderwijlen achte ik my gelukkig, d'eere te hebben, van in UE vriendschap te staan, zullende nimmer in gebreke blijven van te zijn

Mijn Heer,

Rotterdam den 18 *van Oogstmaand* [a]) 1693.

de geheel Uwe
P. Rabus [31]).

---

[a]) A: Ooogstmaand

[28]) Rabus bedoelt de befaamde Brief 110 [65], van 7 september 1688, over de bloedsomloop van de kikker, die door L. afzonderlijk werd uitgegeven onder de titel *Den Waaragtigen Omloop des Bloeds*, zie *Alle de Brieven*, Dl. 8, blz. 2-56.

[29]) *in acht genomen*, waargenomen.

[30]) *aanporringe*, inderdaad zou L. zich laten verleiden, zoals hij zelf schreef, door *seker geleert Heer* (waarschijnlijk bedoelde hij daarmee Rabus) om nog enkele tekeningen toe te voegen aan zijn onderzoek van de vlo en om zijn onderzoek uiteindelijk te publiceren, zie Brief 126 [76], van 15 oktober 1693, blz. 230, aant. 119, en Brief 127, van 27 oktober 1693, blz. 262, in dit deel.

[31]) Rabus besloot de publicatie van deze brief met een *Toegiftje*, bestaande uit twee gedichtjes:

Op d'afbeelding van den Heere Antony van Leeuwenhoek.

Die Leeuwenhoek *beziet, ziet hem, die alles ziet*
Wat niemand zien kan, dan dien hy 't wil laten kijken:
Al wat bedektelijk den menschen oog ontvlied
Kan zijn geslepe brein en Kijk-glas niet ontwijken.
Natuur schiep niets te veel verborgen voor dien man,
Die 't in zijn eigenschap en aart beschouwen kan.

Anders.

Die nimmermeer bezag, 't geen Leeuwenhoek *beziet,*
Heeft nooit te regt gekent een schepsel in zijn wezen:
Dit is de man, 't zy wie 't gelooven wil of niet,
Wiens kijk-glas zien doet, wat nooit zienlijk was voor dezen.
Al wat men zien kan door zijn glazen, dat gaat wis,
Maar buiten die zien wy 't natuur-boek bijster mis.

(P. Rabus 1693: *De Boekzaal van Europe* (Julius en Augustus 1693), blz. 165).

Na het gedichtje van Constantijn Huygens (zie aant. 5) zijn Rabus' gedichten op L. uit 1693 de oudst bekende, die gepubliceerd zijn. Later schreef hij nog twee lofdichten, nl. op het *Vijfde Vervolg Der Brieven* (1696), blz. (iv), en op het *Sesde Vervolg Der Brieven* (1697), blz. (i)-(ii).

animals as well as your already known demonstration of the *circulation of the blood* [10]), observed in such an unparalleled way.

Please consider my request [11]), ingenious investigator, if only because I do not desire this for myself, but rather for the general benefit. Meanwhile I consider myself fortunate in being honoured with your friendship, and I will never fail to be,

dear Sir,

Rotterdam, the 18th *of August* 1693.

yours truly
P. Rabus [12]).

---

[10]) Rabus refers to the famous Letter 110 [65], of 7 September 1688, on the circulation of the blood of the frog, which was published separately by L. under the title of *Den Waaragtigen Omloop des Bloeds; cf. Collected Letters*, Vol. 8, pp. 3-57.

[11]) L. was actually to be requested, as he himself wrote, by *a certain learned Gentleman* (he probably meant Rabus by this term) to add a few more drawings to his investigation about the flea and ultimately to publish his notes; see Letter 126 [76], of 15 October 1693, p. 231, note 35a, and Letter 127, of 27 October 1693, p. 263, in this volume.

[12]) Rabus concluded the publication of this letter with an *Addendum*, consisting of two short poems:

On the portrait of Mr. Antony van Leeuwenhoek.

He who gazed upon Leeuwenhoek *sees the man who sees all that no one else except the man to whom he is prepared to show it can see. Nothing that escapes and lies concealed from the human eye can evade his polished wit and magnifying glass. Nature has created nothing that is so hidden from this man, but that he can examine it in its properties and nature.*

Other version:

He who never saw what Leeuwenhoek *sees never properly knew any creature as it essentially is. This is the man – believe it or not – whose magnifying glass makes us see what was never visible before. All that can be seen through his glasses is reality; without them we see the book of nature quite amiss.*
(P. Rabus 1693: *De Boekzaal van Europe* (July and August 1693), p. 165).

Next to the poem of Constantijn Huygens (see note 3), Rabus's poems on L. of 1693 are the oldest known poems that were published. Later he wrote two more panegyrics, *viz.* on the *Vijfde Vervolg Der Brieven* (1696), p. (iv), and on the *Sesde Vervolg Der Brieven* (1697), pp. (i)-(ii).

Gericht aan: ANTONI VAN LEEUWENHOEK.

Manuscript: Geen manuscript bekend.

OPMERKINGEN:

L. nam een Nederlandse vertaling van een gedeelte van deze brief op in Brief [81], van 19 maart 1694. GARDEN's brief zal integraal met Brief [81] behandeld worden in *Alle de Brieven*, Dl. 10.

LETTER FROM GEORGE GARDEN 24th AUGUST, 1693 O.S.

Addressed to: ANTONI VAN LEEUWENHOEK.

Manuscript: No manuscript is known.

REMARKS:

L. included a Dutch translation of a part of this letter in Letter [81], of 19 March 1694. GARDEN's letter will be dealt with integrally along with Letter [81] in *Collected Letters*, Vol. 10.

Gericht aan: de Royal Society.

Manuscript: Het manuscript en de tekeningen zijn niet teruggevonden.

GEPUBLICEERD IN:

A. van Leeuwenhoek 1694: *Vierde Vervolg Der Brieven* ..., blz. 533-572, 20 figuren (Delft: H. van Kroonevelt). – Nederlandse tekst [A].

A. van Leeuwenhoek 1695: *Arcana Naturae Detecta*, blz. 350-376, 20 figuren, (Delphis Batavorum: H. a Krooneveld). – Latijnse vertaling.

A. à Leeuwenhoek 1722: *Opera Omnia, Seu Arcana Naturae ... Editio Novissima* ..., blz. 321-343, 20 figuren (Lugduni Batavorum: J. A. Langerak). – Latijnse vertaling [C].

N. Hartsoeker 1730: *Extrait Critique des Lettres de feu M. Leeuwenhoek*, in *Cours de Physique* ..., blz. 31-32 (La Haye). – Frans excerpt.

S. Hoole 1807: *The select Works of Anthony van Leeuwenhoek* ..., Dl. 2, blz. 33-46, 13 figuren (London). – Engelse vertaling met weglating van de passages over de copulatie.

A. J. J. Vandevelde 1922: *De Brieven 76 tot 107 van Antoni van Leeuwenhoek* ..., in Versl. en Meded. Kon. Vlaamsche Acad., Jrg. 1922, blz. 1094-1096. – Nederlands excerpt.

KORTE INHOUD:

Over de kleuren van de veren van de papegaai en van wol. Onderzoekingen over de metamorfose, de structuur van de monddelen en de anatomie van de poten van de vlo. Waarnemingen van de copulatie van de vlo. Kritiek op Kircher's mededelingen over de vlo.

FIGUREN:

De twintig gegraveerde figuren zijn bijeengebracht op één plaat.

OPMERKINGEN:

L. heeft geen eigenhandige brief met tekeningen aan de Royal Society gezonden, maar een gedrukt exemplaar en een gravure (zie blz. 206, aant. 1). Beide laatste bevinden zich te Londen, Royal Society, MS. 1953, Early Letters L. 2. 44.

De hier afgedrukte tekst is gebaseerd op [A].

Addressed to: the Royal Society.

Manuscript: The manuscript and the drawings have not been found.

PUBLISHED IN:

A. VAN LEEUWENHOEK 1694: *Vierde Vervolg Der Brieven* ..., pp. 533-572, 20 figures (Delft: H. van Kroonevelt). – Dutch text [A].

A. VAN LEEUWENHOEK 1695: *Arcana Naturae Detecta*, pp. 350-376, 20 figures (Delphis Batavorum: H. a Krooneveld). – Latin translation.

A. À LEEUWENHOEK 1722: *Opera Omnia, Seu Arcana Naturae ... Editio Novissima* ..., pp. 321-343, 20 figures (Lugduni Batavorum: J. A. Langerak). – Latin translation [C].

N. HARTSOEKER 1730: *Extrait Critique des Lettres de feu M. Leeuwenhoek*, in *Cours de Physique* ..., pp. 31-32 (La Haye). – French excerpt.

S. HOOLE 1807: *The select Works of Anthony van Leeuwenhoek* ..., Vol. 2, pp. 33-46, 13 figures (London). – English translation, the passages on copulation being omitted.

A. J. J. VANDEVELDE 1922: *De Brieven 76 tot 107 van Antoni van Leeuwenhoek* ..., in Versl. en Meded. Kon. Vlaamsche Acad., 1922, pp. 1094-1096. – Dutch excerpt.

SUMMARY:

On the colours of the feathers of the parrot and of wool. Research concerning the metamorphosis, the structure of the mouth parts, and the anatomy of the legs of the flea. Observations of the copulation of the flea. Critical remarks on KIRCHER's report on the flea.

FIGURES:

The twenty engraved figures have been combined in one plate.

NOTES:

L. did not send an autograph letter with drawings to the Royal Society, but a printed copy and an engraving (see p. 207, note 1). The two latter are to be found in London, Royal Society, MS. 1953, Early Letters L. 2. 44.

The text as here printed is based on [A].

Den 15. October 1693 [1]).

HOOG-EDELE HEEREN,

IK hebbe in de Missive die de Heer Richart Waller, hare Hoog Ed: Secretaris, aan mij schrijft [2]), gesien, dat mijn twee laatste Missiven in de Coninklijke Societeyt, met genoeginge van de geene die present waren sijn gelesen [3]).

Sijn Ed: seyt onder andere:

Van het maaksel van de Pluymen in 't gemeen, sult UE. een seer net verhaal vinden in Micrographia van Doctor Hook, Observ: 36. pag: 168. met eene gissinge, aangaande de oorsaake van hare verscheyde Couleuren, de schoonheyt en helderheyt, van welke hij oordeelt te ontstaan [4]), *uyt de uytnemende kleynheyt van de reflecterende deelen: soo dat het proef van UE. voortreffelijke vergroot-glasen mogte weerdig sijn, of UE. wat verder als hy gedaen heeft, de componerende deeltjens van de pluyme kond ontdekken; en of daar sy eenig onderscheyt* [5]), *tusschen de weefsels van de verscheyde deelen, van een enkele draat* [6]) *van een Pluym, wanneer sy van verscheyde Couleuren sijn: by exempel, of dat geene dat root*

---

[1]) L. bracht deze brief eerst naar de drukker. Na enige vertraging zond hij op 8 december 1693 een gedrukt exemplaar van de brief met een begeleidend schrijven naar Londen; zie Brief 128, van 8 december 1693, blz. 266, aant. 5, in dit deel. De gedrukte brief en het begeleidend schrijven werden op 13 december 1693 O.S. (23 december 1693 N.S.) in de vergadering van de Royal Society gebracht, waarbij de secretaris aantekende: *As also a letter of Mr. Leeuwenhoeck, which came with a printed account of severall observations of his upon the parts, and propagation of fleas, was produced, and ordered to be gotten translated* (Royal Society, *Journal Book Original*, Dl. IX, blz. 146). In het archief van de Royal Society bevindt zich echter geen vertaling van Brief 126. Evenmin bevat het *Journal Book Original* een aantekening over het voorlezen van deze vertaling. Ook in de *Philosophical Transactions* komt geen publicatie van de brief voor. Hieruit zou men kunnen afleiden, dat er nooit een vertaling is vervaardigd en dat Brief 126 nadien niet meer in de vergadering van de Royal Society is behandeld.

[2]) Dit is de Brief van RICHARD WALLER aan L., van 28 april 1693 O.S. (8 mei 1693 N.S.), blz. 183-185, in dit deel.

[3]) Dit slaat op Brief 122 [74], van 12 augustus 1692, over de structuur van de vogelveer, van de humor cristallinus en het hoornvlies van het oog, van het hout en van de mispelsteen, en op Brief 123 [75], van 16 september 1692, over de kleine diertjes in tandaanslag en de voortplanting van de aal, respectievelijk op blz. 70-128 en blz. 132-168 in dit deel. Zie ook de Brief van RICHARD WALLER aan L., van 28 april 1693 O.S. (8 mei 1693 N.S.). Het is niet bekend of beide Brieven 122 en 123 inderdaad in de vergaderingen van de Royal Society zijn voorgelezen. Zie blz. 183 en aant. 2 in dit deel.

[4]) *van welke hij oordeelt te ontstaan*, waarvan hij meent dat ze ontstaan uit, veroorzaakt worden door.

[5]) *of daar sy eenig onderscheyt*, of er enig verschil is. De aanvoegende wijs *sy* is opmerkelijk, omdat L. deze vrijwel nooit gebruikt. Mogelijk heeft hij de vorm overgenomen van degene die de passage voor hem uit het Engels vertaald heeft.

De passage is een nogal vrije vertaling van de zinsnede: *whether you can discover any difference in ye Textures of the several parts of ye single thred if J may call it of a feather;* zie WALLER's brief aan L., blz. 183 in dit deel.

[6]) *draat*, baardje.

15th October, 1693

The 15th of October 1693.

VERY NOBLE SIRS,

I have seen from the missive which Mr. Richart Waller [1]), Your Honours' Secretary, writes to me [2]) that my last two Missives have been read in a meeting of the Royal Society to the satisfaction of those who were present [3]).

His Honour says among other things:

As regards the structure of the Plumes in general Your Honour will find a very neat account in Micrographia by Doctor Hook, Observ. 36, p. 168, with a conjecture as to the cause of their different Colours, the beauty and clarity of which he believes are due to the extreme smallness of the reflecting parts, so that it might be worth while testing by means of Your Honour's excellent magnifying glasses whether Your Honour could discover, a little further than he has already done, the component parts of the plumes; and whether there is any difference between the textures of the divers parts of a single thread of a Plume [4])

---

[1]) L. first took this letter to the printer. After some delay, on 8 December 1693 he sent a printed copy of the letter with an accompanying letter to London; see Letter 128, of 8 December 1693, p. 267, note 5, in the present volume. The printed letter and the accompanying letter were produced on 13 December 1693 O.S. (23 December 1693 N.S.) at the meeting of the Royal Society, where the secretary made the following note: *As also a letter of Mr. Leeuwenhoeck, which came with a printed account of severall observations of his upon the parts, and propagation of fleas, was produced, and ordered to be gotten translated* (Royal Society, *Journal Book Original*, Vol. IX, p. 146). The records of the Royal Society, however, do not contain any translation of Letter 126. Nor does the *Journal Book Original* contain any note on the reading of such a translation. In the *Philosophical Transactions* again there is no publication of the letter. From this it might be inferred that no translation was ever made and that Letter 126 was not discussed later in the meeting of the Royal Society.

[2]) This is the letter of RICHARD WALLER to L., dated 28 April 1693 O.S. (8 May 1693 N.S.), pp. 183-185, in the present volume.

[3]) This refers to Letter 122 [74], of 12 August 1692, on the structure of a bird's feather, of the vitreous humour *(humor cristallinus)* and the cornea of the eye, of wood, and of the medlar-stone, and to Letter 123 [75], of 16 September 1692, on the animalcules in tartar deposit and the procreation of the eel, on pp. 71-129 and pp. 133-169 respectively in the present volume. See also the letter of RICHARD WALLER to L., dated 28 April 1693 O.S. (8 May 1693 N.S.). It is not known whether the two Letters 122 and 123 were actually read in the meetings of the Royal Society. See p. 183 and note 2 in the present volume.

[4]) L.'s original text is rather a free translation of the part of the sentence: *whether you can discover any difference in ye Textures of the several parts of ye single thred if J may call it of a feather;* see WALLER's letter to L., p. 183 in the present volume.

voort komt [7]*, sy van een verscheyde maaksel, verschillende* [8]*) van het deel dat wit, geel, of swart is* [9]*).*

Kleuren van de slagveren van een papegaai.

Ik moet hier op seggen, dat ik een groote groene Papegaey, al eenige jaren in mijn huys hebbe gehad, welkers slagvederen met bysondere [10]) couleuren sijn versien; soo dat eene veder of pluym, voor een gedeelte, schoon [11]) root, geel, groen, blaeuw en ook swart is [12]). Dese pluymen heb ik veel maal, soo nu als dan beschout, om was het mogelijk, de oorsaak van der selver bysondere couleuren te ontdekken, maer ik hebbe daar in niet [13]) konnen sien, waer uyt ik een vast besluyt, ontrent de verschillende couleuren konde maken [14]). Alleen schijnt my dit het naaste ontrent het swart [15]), dat hoe minder de deelen doorschijnende sijn, hoe swarter die ons voorkomen.

Kleur van wol.

Wanneer mijn meeste speculatien op de couleuren waren [16]), nam ik ook een gesponne draat van grof geweven wolle stoffe, die ik aan soodanige kleyne stukjens snede, als het geraseerde hair van een Baart is, dese kleyne stukjens hairtjens, of wol, kleefde ik door een seer dunne gom, op een smal seer dun en plat glaasje, by my daar toe geblasen, en die stelden ik dan voor het Vergrootglas, om dus [17]), (indien de wolle stoffe de reden van de couleur verschafte) de ware oorsaak van de couleur te ontdekken, dog ik konde niet als gissinge, daar uyt voortbrengen, en het en was geen onaangenaam gesigt [18]), wanneer ik de bly roode [19]) couleur, die men scharlaken, of ook wel kuffelaars couleur [20]) noemt, quam te beschouwen, en dat om de menigvuldige verschillende couleuren, die de ontstukken gesneden deeltjens wol, komen te vertoonen, en wel

---

[7]) *dat root voort komt,* dat rood is, er rood uitziet.

[8]) *verscheyde* en *verschillende* vormen een pleonasme. Men leze: van een ander maaksel, verschillend van.

[9]) *dat wit, geel, of swart is,* in het afschrift van WALLER's brief staat echter: *wch is black or white* Deze alinea is een vrije vertaling van het tweede gedeelte van de eerste alinea van WALLER's brief; blz. 183 in dit deel.

[10]) *bysondere,* verschillende.

[11]) *schoon root,* mooi rood.

[12]) De beschrijving, die L. hier geeft, past geheel op de zgn. Amazone-papegaaien uit Brazilië en het vroegere Cayenne. Om welke soort het gaat, is moeilijk te zeggen. Het meest in aanmerking komen de Surinaamse soorten *Amazona amazonica* (Linnaeus) en *Amazona ochrocephala* (Gmelin). De eerste soort, in het Surinaams *Koele-koele* geheten, is talrijk en heeft een grote verspreiding in tropisch Midden-Amerika. De tweede soort is minder talrijk, maar heeft een grote verspreiding in tropisch Midden-Amerika en noordelijk Zuid-Amerika. Vooral aan *A. amazonica* zou gedacht kunnen worden, omdat deze soort reeds bij oude schrijvers bekend was. [Voo.]

L.'s papegaai leefde nog in 1713 blijkens *Send-Brief V,* van 25 maart 1713 (A. VAN LEEUWENHOEK 1718: *Send-Brieven ...,* blz. 53).

[13]) *niet,* niets.

[14]) *een vast besluyt ... maken,* een stellige conclusie trekken.

[15]) *Alleen schijnt* enz., wat het zwart (de kleur zwart) betreft, schijnt mij dit (nl. wat in het tweede deel van de zin staat) het meest voor de hand te liggen.

[16]) *Wanneer mijn meeste speculatien op de couleuren waren,* in de tijd dat ik het meeste over de kleuren heb gedacht.

[17]) *dus,* op deze wijze.

[18]) *geen onaangenaam gesigt,* een erg aardig gezicht.

[19]) *bly roode,* helder rode.

[20]) *kuffelaars couleur,* een helderrode verfstof bestaande uit een menging van tin, salpeterzuur en cochenille; zie Brief 105 [60], van 28 november 1687, *Alle de Brieven,* Dl. 7, blz. 138, aant. 7.

when they are of different Colours; for example, whether that which looks red is of another texture, different from the part which is white, yellow, or black [5]).

Colours of the flight-feathers of a parrot.

To this I must say that I have had in my house, for some years already, a large green Parrot, whose flight-feathers have different colours, so that one feather or plume is partly a beautiful red, yellow, green, blue, and even black [6]). I have examined these plumes on many occasions in order to discover, if possible, the cause of their different colours, but I have not been able to see anything therein from which I could draw a definite conclusion with regard to the different colours. It only seems most obvious to me with respect to the black that the less transparent the parts are, the blacker they appear to us.

Colour of wool.

At the time when I gave most thought to the colours I also took a spun thread of coarsely woven woollen material, which I cut into fragments as tiny as the shaven hair of a Beard; I stuck these tiny fragments of little hairs or wool by means of a very thin gum on to a narrow, very thin and flat piece of glass, blown by me for the purpose. And I then put this before the magnifying glass, in order thus to discover (if the woollen material was the cause of the colour) the true origin of the colour, but I could only make merely a guess about it. And it was quite a pleasant sight when I beheld the brilliant red colour, which is called scarlet, or sometimes „kuffelaars" colour [7]), this because of the manifold different colours which the bits of wool, thus cut to pieces, display,

---

[5]) *which is white, yellow, or black;* in the copy of WALLER's letter, however, it says: w[ch] *is black or white.* This paragraph is a free translation of the second half of the first paragraph of WALLER's letter; see p. 183 in the present volume.

[6]) The description here given by L. entirely fits the so-called *Amazona* parrots from Brazil and the former Cayenne. It is difficult to tell which species it was. The most likely species are those from Surinam, *Amazona amazonica* (Linnaeus) and *Amazona ochrocephala* (Gmelin). The first species, which is called *Koele-Koele* in the Surinam language, is numerous and widely distributed in tropical Central America. The second species is less numerous, but it is widely distributed in tropical Central America and the northren part of South America. In this case one might think in particular of *A. amazonica*, because this species was already known among older writers. [Voo.]

L.'s parrot was still living in 1713, as appears from *Send-Brief V*, of 25 March 1713 (A. VAN LEEUWENHOEK 1718: *Send-Brieven* ..., p. 53).

[7]) *kuffelaars couleur*, a brilliant red dye, consisting of a mixture of tin, nitric acid, and cochineal; see Letter 105 [60], of 28 November 1687, *Collected Letters*, Vol. 7, p. 139, note 7.

voornamentlijk, als men het gesponne draatje wol, komt ontstukken te snyden, alwaar het met andere draatjens wol, wat vast op een heeft gelegen, en dus niet wel [21]) doorverft is: ja het was my soo schoon in 't oog, dat ik dit voor een vergroot-glas hebbe laten staan, en aan eenige liefhebbers hebbe laten sien, want hier sagen wy stukjens wol die als geen couleur [22]) hadden; in 't kort, men sag veel couleuren, stekende de een boven de andere in meerder roodigheyt uyt.

De schoone bly roode couleur van die wolle beelde ik my in [23]) hierin te bestaan, dat de Verw, de hairtjens wol in 't verwen, hare doorschijnentheyt niet en beneemt. En wanneer van soo een hooge schoon roode couleur [24]), een onderkleet gemaakt, en gedragen werd, en door sweet is, wy als dan komen te sien, dat de schoon roode couleur, ter plaatse daar het door sweet is, in een vuyl roode couleur werd verandert, alleen uyt oorsaak (beeld ik my in) om dat de doorschynentheyt van yder draatje of hairtje wol, daar door belet werd [25]).

Het was my ook aangenaam te sien, dat men by de Coninklyke Societeyt van myn sentiment was, en waar op sijn Ed: [26]) komt te seggen.

„Geen voorteelinge sonder voorteelder".

Datter geen voorteelinge is, nog ook kan sijn, sonder Voorteelder, dat de waarheyt daar van meer en meer daaglijks werd bevestigt, soo door UE. [27]) *als andere curieuse aanmerkers* [28]) *van de natuer, dewijl men geduurig bevind, dat alle de schepselen worden geteelt, op een geregelde wijse* [29]), *dewelke de onwetende en luyheyt* [30]) *van de voorgaande Eeuwen, meende de uytwerkselen te sijn van verderf* [31]), *tot groote schande van de Natuer. enz:*

Vorders seyt sijn Ed: [26]) *en alhoewel het werk sonder bepalinge* [32]) *schijnt te wesen, en over groot, nogtans en sullen wy het niet onverwinnelijk bevinden. Soo de regte weg wierd ingeslagen, het soude seer vermindert werden; en ik mag vrijmoedig seggen, dat meer van de waarheyt is, in dese laatste ondersoekende Eeuwe ontdekt geweest, als in alle de voorgaande menigte van jaren, daar in men soo veel gedisputeert* [33]) *heeft, enz.* [34])

Hier op sal ik seggen, dat ik in den Jare 1682. in de na-somer veel moeyten hadde aangewent omme na te speuren, hoe veel tyd het Ey van de Vloo van

---

[21]) *wel*, goed.

[22]) *als geen couleur*, nagenoeg geen kleur.

[23]) *beelde ik my in*, had ik de mening, nam ik aan.

[24]) *hooge schoon roode*, mooie fel rode.

[25]) Een soortgelijk verschijnsel nam ROBERT HOOKE waar, toen hij een pauwenveer nat maakte. De fraaie groene en blauwe kleuren veranderden toen in donkerrood. Hij nam aan, dat deze verandering veroorzaakt werd door een verandering in de weerkaatsing en breking van het licht (R. HOOKE 1665: *Micrographia* ..., blz. 168, *Observ. XXXVI. Of Peacocks, Ducks, and other Feathers of changeable colours).*

[26]) *sijn Ed:*, RICHARD WALLER.

[27]) *door UE.*, LEEUWENHOEK.

[28]) *curieuse aanmerkers*, nauwkeurige waarnemers.

[29]) *op een geregelde wijse*, volgens regels, wetten.

[30]) *de onwetende en luyheyt*, de onwetendheid en luiheid, dus: omtrent welke schepsels de onwetende en luie mensen van voorgaande eeuwen dachten, dat het de resultaten waren ... enz.

[31]) *verderf*, bederf, rotting.

[32]) *sonder bepalinge*, onbegrensd.

[33]) *gedisputeert*, geredetwist (en wel zonder te onderzoeken).

[34]) Dit citaat is een vrije vertaling van het eerste en het laatste gedeelte van de tweede alinea van WALLER's brief aan L., van 28 april 1693 O.S. (8 mei 1693 N.S.); zie blz. 183-184 in dit deel.

especially when one cuts to pieces the little spun thread of wool in the place where it has lain packed rather tightly together with other little threads of wool and thus has not been dyed through and through. Nay, it was so beautiful to my eye that I left it standing before a magnifying glass and showed it to some interested people, for here we saw little bits of wool which had hardly any colour; briefly, one saw many colours, one being much redder than the other.

I assumed that the beautiful brilliant red colour of that wool was due to the fact that the Dye does not take away the transparency of the little hairs of wool during the dyeing process. And when an undergarment of such a brilliant and beautiful red colour is made and worn, and is wet with sweat, we can see that in the place where it is wet with sweat the beautiful red colour is changed to a dirty red colour, merely because (as I assume) the transparency of each little thread or hair is suppressed by it [8]).

I was also pleased to see that the Fellows of the Royal Society shared my view, whereupon His Honour [9]) proceeds to say:

„No procreation without a procreator".

that there is no procreation, nor can there be, without a Procreator, and that the truth of this is confirmed more and more every day, both by Your Honour [10]) *and by other keen observers of nature, because it is invariably found that all creatures are generated according to certain rules, which the ignorance and laziness of former ages believed to be the effects of corruption, to the great affront of Nature, etc..*

His Honour [9]) *further says: and although the task seems to be endless and very great, we shall nevertheless not find it insuperable. If the right method were applied, it would be very much reduced; and I may frankly say that more of the truth has been discovered in this last searching age than in all the many previous years, during which there was so much dispute, etc.* [11]).

I will now say that in the late summer of the year 1682 I had taken a great deal of trouble to investigate how much time the Egg of a Flea needed

---

[8]) A similar phenomenon was observed by ROBERT HOOKE when he moistened a peacock's feather. The beautiful green and blue colours then turned a dark red. He assumed that this change was due to a change in the reflection and refraction of the light (R. HOOKE 1665: *Micrographia ...*, p. 168, *Observ. XXXVI. Of Peacocks, Ducks, and other Feathers of changeable colours*).

[9]) *His Honour*, RICHARD WALLER.

[10]) *by Your Honour*, LEEUWENHOEK.

[11]) This quotation is a free translation of the first and the last part of the second paragraph of WALLER's letter to L., of 28 April 1693 O.S. (8 May 1693 N.S.); see pp. 183-184 in the present volume.

doen hadde, om tot een volkome Vloo te worden. Dog alsoo ik doen ter tyd myn oogwit niet en konde bereyken, so heb ik myn Missive van den 22. Jann: 1683. [35]) aan Hare Hoog Ed: geschreven, dat ik de Eyeren die een Vloo hadde geleyt, in myn sak (in een glase tuba opgeslooten) hebbe gedragen, uyt de welke in vier dagen wormkens [36]) voortquamen, en dat ik dese wormkens niet langer als twaalf dagen hadde in 't leven konnen behouden [37]), en alsoo die wormen in die tyd, geen vierde deel van haar groote en bereykte, als deselve syn, wanneer die haar tot het spinnen begeven [38]), soo heb ik doen ter tyd my begeven op een Duyve-kot, daar veel Duyven waren, aldaar heb ik verscheyde nesten op een wit papier gestort, en daar uyt gesogt de Wormen, die ik my versekerde dat uyt de Vloo-Eyeren waren voortgekomen, en welke Wormen ik oordeelde de volwassenste te sijn [39]). Als ook mede nam ik eenige jonge Duyven uyt haar nesten, en haalde van haar lijf verscheyde Wormen, die in de huyt van de Duyven, met haar hooft vast saten, de welke soo veel bloet uyt de Duyven hadden gesogen, dat haar lighamen voor het meerendeel root waren [40]). Dit dede ik met die gedachte dat ik dus [17]) eenige wormen soude aantreffen, die hare volkome wasdom hadden; ende als doen gesien [41]), dat deselvige 8. â 10. dagen doorbragten met haar gespin, en stroopten als dan haar huytje

Gedaantewisseling van de duivenvlo.

[35]) Zie Brief 70 [37], van 22 januari 1683, *Alle de Brieven*, Dl. 4, blz. 24-26.

[36]) *wormkens*, larven.

[37]) Tot zover L.'s samenvatting van zijn aantekeningen over de ontwikkeling van de vlo in Brief 70 [37], van 22 januari 1683.

[38]) *haar tot het spinnen begeven*, zich gaan inspinnen.

[39]) Deze waarnemingen betreffen zonder twijfel de duivenvlo *Ceratophyllus columbae* (Gervais). Over deze, in geheel Europa (maar niet daar buiten) voorkomende, specifieke parasiet van de rotsduif *Columba livia* (Gmelin) (inclusief de gedomesticeerde vorm) zijn sedert L.'s notities geen biologische bijzonderheden meer gepubliceerd. Een summiere beschrijving van slechts enige kenmerken der larven in de drie stadia van ontwikkeling gaf A. C. Oudemans in 1915 in zijn *Aanteekeningen over Suctoria XXVII* (*Entomologische Berichten*, Dl. 4, blz. 148). [Sm.]

[40]) Ofschoon vlooienlarven bij vogels zich normaal ophouden in het fijne nestmateriaal, is een aantal gevallen bekend geworden van het tijdelijk voorkomen van larven op het lichaam van een (al of niet ziekelijke) gastheer. Evenwel was L. de eerste, die zulk een waarneming deed. G. Bugge publiceerde in 1928 in *Zur Entwicklung der Hühnerflöhe* (*Berliner und Münchener tierärztliche Wochenschrift*, Dl. 44, blz. 485-489) een vergelijkbaar geval, nl. het voorkomen van larven der verwante kippenvlo *Ceratophyllus gallinae* (Schrank) op kippen. De rode kleur der larven duidt inderdaad op de aanwezigheid van gastheerbloed in het darmkanaal. Het is echter niet waarschijnlijk, dat de larven de huid voldoende kunnen beschadigen met hun kauwende monddelen om de capillaire vaten te bereiken. De verklaring voor deze rode kleur is, dat voor vele larven de excrementen der volwassen vlooien een belangrijk onderdeel van het dieet vormen. D. H. Molyneux nam in 1967 waar, dat sommige larven van rattenvlooien zich met de monddelen vasthechtten aan of nabij het anale segment van volwassen vlooien (zowel mannetjes als vrouwtjes), hetgeen de defaecatie stimuleerde, en dat zij aldus het faecale gastheerbloed met gretigheid opzogen (*Feeding Behaviour of the Larval Rat Flea* Nosopsyllus fasciatus *Bosc*, in *Nature*, Lond., Dl. 215, blz. 779). Het is mogelijk, dat L.'s duivenvlolarven zich ook op deze wijze gevoed hebben en zich slechts op de huid der jonge duiven vastgebeten hebben om zich te verankeren. In het algemeen kunnen vlooien onder overigens optimale omstandigheden zeer lang zonder voedsel leven; vogelvlooien kunnen zich meestal slechts voeden gedurende het betrekkelijk korte reproductiestadium der gastheren, omdat deze zich dan geregeld in het nest ophouden. Wat de duivenvlo betreft, zijn hierover geen exacte gegevens bekend. [Sm.]

[41]) *ende als doen gesien*, lees: en ik heb toen gezien. L. sluit hierop aan met *ende dat dese popkens*, maar in plaats van *sag bewegen* leze men: bewogen.

to develop into a full-grown Flea. But since I could not at that time achieve my object, I wrote in my Missive of the 22nd of January 1683 [12]) to Your Honours that I carried the Eggs which a Flea had laid (enclosed in a glass tube) in my pocket, from which Eggs in four days' time little worms [13]) emerged, and that I had not been able to keep these little worms alive longer than twelve days [14]). And since these worms had not in that time reached a fourth part of the size that they have when they start to spin their cocoons, I then went to a Dovecot, where there were many Pigeons. There I dropped several nests on a piece of white paper, and selected therefrom the Worms which I felt sure had emerged from the Flea-Eggs and which Worms I thought to be the most fully grown [15]). I also took a few young Pigeons from their nests and removed from their bodies divers Worms, which were sticking with their heads in the skin of the Pigeons and which had sucked so much blood out of the Pigeons that their bodies were largely red [16]). I did this, thinking that I should thus come across a few worms that were fully grown; and I then saw that they spent 8 to 10 days spinning their cocoons and then stripped off their little skin

Metamorphosis of the pigeon flea.

---

[12]) See Letter 70 [37], of 22 January 1683, *Collected Letters*, Vol. 4, pp. 25-27.

[13]) *little worms*, larvae.

[14]) Thus far L.'s summary of his notes on the development of the flea in Letter 70 [37], of 22 January 1683.

[15]) These observations no doubt concern the pigeon flea *Ceratophyllus columbae* (Gervais). About this specific parasite of the rock-dove *Columba livia* (Gmelin), including the domesticated form, occurring throughout Europe (but not beyond) no new biological data have been published since L.'s notes. A brief description of only a few characteristics of the larvae in the three stages of development was given in 1915 by A. C. Oudemans in his *Aanteekeningen over Suctoria XXVII* (*Entomologische Berichten*, Vol. 4, p. 148). [Sm.]

[16]) Although, in the case of birds, flea larvae normally are to be found in the detritus of nests, a number of cases have been reported of the temporary occurrence of larvae on the body of a sick or healthy host. However, L. was the first to make such a discovery. In 1928 G. Bugge in *Zur Entwicklung der Hühnerflöhe* (*Berliner und Münchener tierärztliche Wochenschrift*, Vol. 44, pp. 485-489) published a similar case, *viz.* the occurrence of the related chicken flea *Ceratophyllus gallinae* (Schrank) on chickens. The red colour of the larvae does indeed indicate the presence of blood from the host in the alimentary canal. It is not, however, likely that the larvae can damage the skin sufficiently with their chewing mouth parts to reach the capillaries. This red colour is accounted for by the fact that the excrements of the adult fleas form an important constituent of the diet of many flea larvae. In 1967 D. H. Molyneux observed that some larvae of rat fleas fastened with their mouth parts to or near the anal segment of adult fleas (both males and females), which stimulated defaecation, and that they then greedily sucked up the faecal blood from the host (*Feeding Behaviour of the Larval Rat Flea* Nosopsyllus fasciatus *Bosc*, in *Nature*, Lond., Vol. 215, p. 779). It is possible that L.'s larvae of the pigeon flea also fed in this way and merely fastened on the skin of the young doves in order to anchor themselves. On the whole, under optimum conditions fleas are able to live a very long time without food; as a rule bird fleas can only feed during the relatively short reproductive period of their hosts, because the latter are then regularly in the nest. No exact data are known about this for the pigeon flea. [Sm.]

af, en wierden een tonneke of popke, ende dat dese popkens 4. dagen out sijnde, sag bewegen, ende dat die helder wit waren; op den sesden dag het hooft root wierd, ende op den tienden dag, de vloo het gespin ontstukke arbeyde [42]), en door het glas sprong, en seven dagen sonder eenig voetsel te gebruyken de Vloo nog in 't leven bleef.

Levenscyclus van de mensenvlo.

Met dese verhaalde waarnemingen en heb ik my niet vergenoegt gehouden [43]), en sedert de verhaalde tyd verscheyde maal de Wormen uyt de Vloo-Eyeren, tot haar volkome groote tragten op te voeden, maar ik hebbe het niet als van dese somer [44]) konnen te weeg brengen.

Ik was des te meer begeerig daar toe, om dat wanneer in de Maant Maart ofte April, (al na dat het warm weder is) de Vloon uyt haar gespin [45]) daar deselvige een gantsche winter in gelegen hebben, voor den dag komen, die eerste Vloon gestorven, ofte opgevangen [46]), wy wel een korten tijd, geen of weynig Vloon vernemen [47]), soo dat ik in soodanigen tyd, wel hebbe horen seggen, de Vloon hebben al gedaan [48]).

Ik hebbe nu in de Maant van July weder Vloon opgeslooten, op dat sy Eyeren souden leggen, de Wormen daar uyt komende heb ik soo veel besorgt [49]), als my doenlyk was, en alle dagen gespyst met Vliegen, die ik alvoorens hadde gedoot; daar sy soo graatig van aten, dat deselvige in twee dagen meer in groote toenamen, als te vooren in ses dagen, ja aten haar soo sat, dat sy als sonder beweginge bleven leggen, en hare lighamen waren, voor het meerendeel swart van de spys van de Vliegen [50]). Myne aantekeningen die ik laatst daar van gehouden hebbe sijn dese.

De Vloo-Wormen sijn den 6. July uyt de Eyeren gekomen.

---

[42]) *ontstukke arbeyde*, met moeite stuk maakte.

[43]) *heb ik my ... vergenoegt gehouden*, ben ik tevreden geweest.

[44]) *niet als van dese somer*, pas deze zomer.

[45]) *Vloon* is de oude meervoudsvorm, waarnaast, reeds in het Middelnederlands, de vorm *vloijen* is ontstaan. Deze laatste vorm gebruikte L. ook in Brief 33 [21], van 5 oktober 1677, *Alle de Brieven*, Dl. 2, blz. 244 e.v., en in Brief 70 [37], van 22 januari 1683, *idem*, Dl. 4, blz. 22.

gespin, spinsel.

[46]) Men leze: gestorven, ofte opgevangen zijnde.

[47]) *vernemen*, waarnemen, zien.

[48]) *de Vloon hebben al gedaan*, het is al afgelopen met de vlooien.

[49]) *soo veel besorgt*, zo goed verzorgd.

[50]) Deze en de hierna volgende waarnemingen, en ook figuren, hebben – voor zover nagegaan kan worden – voornamelijk betrekking op de mensenvlo, *Pulex irritans* Linnaeus. Het is natuurlijk mogelijk, dat zich af en toe een honden- of kattenvlo bij de in huizen verzamelde exemplaren bevonden heeft.

Nagenoeg alle door L. beschreven waarnemingen over vlooien zijn exact en origineel. Verschillende gegevens betreffende de levenswijze van vlooien noteerde hij reeds in zijn Brieven 33 [21], van 5 oktober 1677, *Alle de Brieven*, Dl. 2, blz. 244-252, en 70 [37], van 22 januari 1683, *idem*, Dl. 4, blz. 18-26.

Het moge vreemd klinken, dat het (op behoorlijke schaal) kweken van mensenvlooien latere onderzoekers zeer veel moeite heeft gekost. Pas in 1958 werd een succesvolle methode gepubliceerd (B. W. Hudson & F. M. Prince 1958: *Culture methods for the fleas Pulex irritans* (L.) *and Pulex simulans* Baker, in *Bulletin of the World Health Organisation*, Dl. 19, blz. 1129-1133). A. J. Roesel von Rosenhof (*Der monathlich-herausgegebenen Insecten-Belustigung*, Dl. 2 (1749), blz. 14) voedde larven met muggen, nadat hij waargenomen had, dat de larven ook dode vlooien aanvraten. A. W. Bacot herhaalde in 1914 L.'s experimenten met de kamervlieg *Musca domestica* (Linnaeus) en vond, dat voor *Pulex irritans*: *The diet proved a moderate success, but required renewing constantly* ... (*Report on plague investigations in India, LXIX*, in *Journal of Hygiene* (Cambridge), Dl. 13 (Suppl. 3), blz. 466). [Sm.]

and became a little barrel or pupa. And when these pupae were 4 days old, I saw that they were moving and that they were a brilliant white. On the sixth day the head became red and on the tenth day the flea broke the cocoon to pieces and jumped about through the glass tube, and the Flea still remained alive for seven days without taking any food.

Life cycle of the human flea.

With the observations here described I was not satisfied, and since the time mentioned I tried several times to rear the Worms from the Flea-Eggs till they were fully grown, but I have not been able to bring this about until this summer.

I was the more eager to do this because, when in the Month of March or April (according to the warmth of the weather) the Fleas emerge from their cocoons, in which they have lain a whole winter, the first Fleas having either died or been caught, we may indeed see only few Fleas or none at all for a short time, so that I have sometimes heard it said at such a time that the Fleas were gone.

Now in the Month of July I shut up Fleas again, in order that they might lay Eggs; I looked after the Worms emerging therefrom as well as I could, and I fed them every day with Flies which I had previously killed. They ate so greedily thereof that in two days they increased more in size than they had previously done in six days. Nay, they ate their fill so completely that they lay almost motionless, and their bodies were largely black owing to the nourishment they got from the Flies [17]). The notes which I recently kept of this are as follows:

The Flea-Worms emerged from the Eggs on the 6th of July.

---

[17]) As far as can be ascertained, this observation as well as the following ones and the figures mainly concern the human flea *Pulex irritans* Linnaeus. It is of course just possible that now and then the specimens collected indoors may have included a dog or cat flea.

Practically all the observations on fleas described by L. are exact and original. Several data concerning the bionomics of fleas had already been given in his Letters 33 [21], of 5 October 1677, *Collected Letters*, Vol. 2, pp. 245-253, and 70 [37], of 22 January 1683, *idem*, Vol. 4, pp. 19-27. It may appear strange that later scientists found it very difficult to rear human fleas (on a reasonable scale). It was not until 1958 that a successful method was published (B. W. Hudson & F. M. Prince 1958: *Culture methods for the fleas Pulex irritans* (L.) *and Pulex simulans* Baker, in *Bulletin of the World Health Organisation*, Vol. 19, pp. 1129-1133). A. J. Roesel von Rosenhof (*Der monathlich-herausgegebenen Insecten-Belustigung*, Vol. 2 (1749), p. 14) fed larvae with gnats after he had observed that the larvae also nibbled at dead fleas. In 1914 A. W. Bacot repeated L.'s experiments with the house-fly *Musca domestica* (Linnaeus) and found that for *Pulex irritans the diet proved a moderate success, but required renewing constantly* ... (*Report on plague investigations in India, LXIX*, in *Journal of Hygiene* (Cambridge), Vol. 13 (Suppl. 3), p. 466). [Sm.]

Den 17. July was de Vloo-Worm sijn lighaam doorgaans [51]) wit, waar uyt ik een besluyt maakte, dat hy sterven soude, ik versorgde hem nog, tot tweemaal toe met versche vliegen, maar wilde [52]) niet eeten, en het scheen my toe dat hy stil bleef leggen; dog als met het vergroot-glas hem beschoude, soo vernam ik dat den selven doende was met hem [53]) te omspinnen.

Den 21. July was de Worm verandert in een Popke of Tonneke, dat seer helder wit was.

Den 25. July veranderde het Tonneke of Popke een weinig na de roode couleur, en na die tyd nam het Popke in roodigheyt toe.

Den 30. July sag ik des mergens dat het Popke gans root was, ende des avonts sprong de Vloo door het glas.

Sien wy nu [54]) dat in 't midden van de somer in vier dagen tyd, een Vloo een Ey geleyt heeft, een Worm uyt dat Ey voortkomt, ende dat de Worm elf dagen out sijnde, sijn volkome groote kan bekomen, en dat de Worm in vier dagen daar na al in een Popke is verandert, en na verloop van nog negen dagen, een volkome Vloo is geworden.

Soo wy nu vast stellen [55]), gelyk het in meest alle schepselen, die op gelyke manier veranderen [56]), (voor soo veel my bekent) dus [57]) toegaat, dat de Eyeren al in haar lighamen geformeert syn, eer sy voor den dag komen, soo konnen de Vloon aanstonts versamelen [58]) en na dat die drie â vier dagen, uyt [59]) haar gespin syn voortgekomen, weder Eyeren leggen, en dus in den tyd van agtentwintig dagen uyt een eerst geleyde Ey van een Vloo weder een Vloo voortkomen [60]). Dit soo synde, soo hebben wy ons niet te verwonderen, dat wy in de somer in de huysen, op de eene tyd, als geen Vloon [61]) vernemen [47]), en op een ander tyd veel meerder Vloon werden gevonden, schoon ons geen Vloon van buytenen werden toegebragt.

Als wy nu stellen [62]), gelyk het by my vast staat, dat de Vloon versamelt [58]) geweest sijnde, en haar Eyeren, waar mede haar lighamen syn beset geweest, uytgeleyt hebben, dan komen te sterven soo en sullen wy niet lang van een ende deselvige Vloon geplaagt werden [63]).

---

[51]) *doorgaans*, hier: helemaal.

[52]) *wilde*, lees: hij wilde.

[53]) *hem*, zich.

[54]) L. begint deze zin als een voorwaardelijke bijzin, maar houdt deze constructie niet vol. Het beste leze men: Wy sien nu.

[55]) *vast stellen*, als vast staand aannemen.

[56]) *veranderen*, van gedaante verwisselen.

[57]) *dus*, zo; het woord is hier eigenlijk overtollig.

[58]) *versamelen*, paren.
Vele soorten vlooien kunnen copuleren korte tijd na het tevoorschijn komen uit de cocon, zonder voorafgaande voeding. [Sm.]

[59]) Men leze: en drie of vier dagen nadat deze uit ...

[60]) De duur van de gehele ontwikkeling van de mensenvlo (ei-larve-pop in cocon-imago) is inderdaad onder gunstige omstandigheden in de zomer ongeveer vier weken. [Sm.]

[61]) *als geen Vloon*, vrijwel geen vlooien.

[62]) *stellen*, aannemen.

[63]) Onder optimale omstandigheden duurt het 1-2 maanden, alvorens een ♀ vlo *uytgeleyt* is. Hoelang zij daarna nog kan blijven leven is eigenlijk niet bekend. [Sm.]

On the 17th of July the body of the Flea-Worm was quite white, from which I drew the conclusion that it was about to die. I again provided it twice with fresh flies, but it refused to eat, and it seemed to me that it remained motionless; but when I watched it through the magnifying glass, I saw that it was spinning its cocoon.

On the 21st of July the Worm was transformed into a little Pupa or Barrel, which was a very brilliant white.

On the 25th of July the colour of the little Barrel or Pupa changed a little to red, and after that time the Pupa became redder.

On the 30th of July I saw in the morning that the Pupa was quite red, and in the evening the Flea was jumping about in the glass tube.

Now we see that in the middle of the summer, within four days, a Flea has laid an Egg and a Worm emerged from that Egg, and that the Worm, when eleven days old, reached its full size, and that four days after this the Worm was changed already into a Pupa, and had become a complete Flea after another nine days.

Now we assume for certain that, as happens (to my knowledge) in nearly all creatures which are changed in a similar way, the Eggs have already been formed in their bodies before they emerge, the Fleas are able to copulate straight away [18]) and three to four days after they emerged from their cocoon can again lay Eggs, so that, in the space of twenty-eight days, from an Egg of a Flea as first laid another Flea may come forth [19]). This being so, we need not be surprised that in summer we see hardly any Fleas in the houses at one time and that, at another time, a much greater number of Fleas are found, although no Fleas are brought to us from outside.

If we now assume, as I am firmly convinced, that the Fleas, after having copulated and laid their Eggs, with which their bodies were filled, die, we shall not be vexed for long by the same Fleas [20]).

---

[18]) Many species of fleas are able to copulate shortly after emerging from the cocoon, without previous feeding. [Sm.]

[19]) Under optimum conditions the duration of the entire development of the human flea (egg – larva – pupa in cocoon – adult) indeed takes about four weeks in summer. [Sm.]

[20]) Under optimum conditions it takes about 1-2 months before a female flea stops laying eggs. It is not known how long it can live after that. [Sm.]

Verband tussen voeding en eierproduktie.

Maar gelyk veele kleyne vliegende schepsels hare eyeren in weynig dagen agter den anderen [64]) leggen, soo en gaat het met de Vloon niet toe, want als my een Vloo 4. 5. 6. 7. 8. ende ook wel 12. Eyeren in eene nagt of dag, heeft geleyt, soo en sullen deselvige na die tijd, geen meer Eyeren opgeslooten sijnde, leggen [65]), en wanneer ik na die tijd de Vloon kome te openen, en het Eyer-Nest [66]) daar uyt neem, soo sie ik nog veel Eyeren, waar van eenige uytnemende kleyn sijn, soo dat ik myn selven inbeeld, dat een Vloo dus opgeslooten sijnde, geen meer Eyeren komt te leggen, alleen veroorsaakt werd, om dat hem het voetsel ontbreekt [67]). Om myn selven hier in te voldoen [68]), heb ik verscheyde Vloon van 't Vrouwelyk geslagt, na dat sy my in 't eerst Eyeren hadden geleyt, op myn hand, schoon opgeslooten sijnde [69]) gestelt, op dat deselvige het bloet uyt myn hand tot voetsel souden trekken, ende die het bloet daar uyt trok, dede dat met sulken gratigheyt, dat hy als op sijn hooft staande, de agterste en middelste pooten om hoog stak, en welke pooten, met een groote trillinge bewogen wierden [70]), en welke Vloo des anderen daags twee â drie Eyeren hadde geleyt, ik stelde deselvige Vloo twee â drie dagen agter den anderen [64]) weder op myn hand, om dat [71]) deselvige sijn voetsel daar van soude trekken, maar het was te vergeefs, en hy dede niet als springen, en tragte van de hand af te sijn [72]). Dit is my niet eens, maar verscheyde malen te vooren gekomen [73]), en hadde de Vloon doorgaans [74]) het bloet uyt myn arm of hand willen halen ik soude myn devoir gedaan [75]) hebben, om te onderstaan [76]) hoe lang dat een Vloo soude blyven leven.

Syn Ed: seyt onder andere nog in desselfs Missive.

Onse betragtinge sijn daarom veel beter voldaan [77]), *wanneer wy ondersoeken het maaksel van de schepselen, ende de wijsen van de Teelinge ende voortsettingen* [78]) *enz.*

---

[64]) *agter den anderen*, achter elkaar.

[65]) *geen meer Eyeren opgeslooten sijnde, leggen*, opgesloten zijnde, niet meer eieren leggen.

[66]) *Eyer-Nest*, eierstok.

[67]) L. bewijst hier de juistheid van zijn veronderstelling, dat een bloedmaaltijd een vereiste is voor het rijpen en produceren van een zeker aantal eieren. [Sm.]

[68]) *Om mijn selven hier in te voldoen*, om mij hier omtrent zekerheid te verschaffen.

[69]) L. zette de vlooien dus in een buisje op zijn hand.

[70]) Deze fraaie beschrijving van de houding van het lichaam en de bewegingen gedurende het bloedzuigen komt overeen met die van M. B. Mitzmain in *How a hungry flea feeds*, in *Entomological News*, Dl. 19 (1908), blz. 462-463, en door dezelfde in *General observations on the bionomics of the rodent and human fleas*, in *Bulletin of the Public Health and Marine-Hospital Service* (Washington), Dl. 38 (1910), blz. 20-23. [Sm.]

[71]) *om dat*, opdat.

[72]) Dit gedrag van de vlo kan veroorzaakt zijn, doordat de bewaring in glas niet ideaal (te droog of te warm) was en de vlooien stervende waren; mogelijk ook bevond zich een afstotende stof op L.'s hand. [Sm.]

[73]) *Dit is my ... te vooren gekomen*, dit heb ik gezien.

[74]) *doorgaans*, altijd, steeds.

[75]) *myn devoir gedaan*, mijn best gedaan.

[76]) *onderstaan*, onderzoeken, beproeven.

[77]) *Onse betragtinge sijn daarom veel beter voldaan*, wij vinden daarom veel meer voldoening in onze pogingen.

[78]) *voortsettingen*, voortplanting.

Dit citaat is een vrije vertaling van het middengedeelte van de tweede alinea van Waller's brief aan L.; zie blz. 184 in dit deel.

Connection between diet and egg production.

But whilst many small flying creatures lay their eggs during a few days in succession, this does not happen in the case of Fleas. For if a Flea has laid 4, 5, 6, 7, 8, and even 12 Eggs in one night or day, after that time if shut up, they will lay no more Eggs, and when I dissect the Fleas after that time and remove the Ovary therefrom, I still see many Eggs, some of which are extremely small, so that I imagine that the sole reason why a Flea, when thus shut up, does not lay any more Eggs is that it is short of food [21]). In order to satisfy myself about this, I placed several Fleas of the Female sex, after they had first laid Eggs, although shut up [22]), on my hand, in order that they might suck the blood from my hand as food. And the one which sucked the blood therefrom did so with such greediness that, standing as it were on its head, it stuck the hind and middle legs upwards, which legs were moved about with great agitation [23]); and this Flea had laid two or three Eggs the next day. I again put this Flea on my hand on two to three successive days, in order that it might get its food therefrom, but this was in vain and it did nothing but jump about, and it tried to get off my hand [24]). This happened to me not once, but several times, and if the Flea had wanted every time to suck the blood from my arm or hand, I should have done my best to find out how long a Flea can live.

His Honour also says in his Missive, among other things:

Our endeavours will therefore be much more satisfactory when we examine the structure of the creatures, and the way of their generation and procreation, etc. [25])

---

[21]) L. here gives evidence of the correctness of his assumption that a diet of blood is a requirement for the ripening and production of a certain number of eggs. [Sm.]

[22]) L. therefore placed the fleas in a small tube on his hand.

[23]) This fine description of the position of the body and the movements during feeding is similar to that by M. B. Mitzmain in *How a hungry flea feeds*, in *Entomological News*, Vol. 19 (1908), pp. 462-463, and by the same writer in *General observations on the bionomics of the rodent and human fleas*, in *Bulletin of the Public Health and Marine Hospital Service* (Washington), Vol. 38 (1910), pp. 20-23. [Sm.]

[24]) This behaviour of the flea may have been due to the fact that their preservation in glass was not ideal (too dry or too hot) and the fleas were dying; there may also have been a repellent substance on L.'s hand. [Sm.]

[25]) This quotation is a free translation of the central passage of the second paragraph of Waller's letter to L.; see p. 184 in the present volume.

Hier op moet ik al weder seggen, dat men veel menschen vint die haar alleen schijnen af te rigten [79]) om tegen te spreeken, en haar oude doolingen te volgen, en selfs [80]) te traag sijn, om eenig ondersoek te doen, te meer om dat het na-vorschen van natuurlyke saken veeltyts moeylyk valt, en haar geen gelt inde beurs brengt; ik soude sulke tegenspreekers wel tragten te overtuygen, maar ik denk dan weder dat het als tegen den oven soude gegaapt syn [81]). En wie lust ook soo veel arbeyt, als ik aan dat kleyne veragte schepsel de Vloo hebbe besteet.

Verzorging van gekweekte vlooien.

Ik hebbe nu meer dan twee maanden agter een, vier en ook wel distincte [82]) glaasjens met kurkjens daar op, aan myn dienstmaagt ter hand gestelt, om daar in alle de groote Vloon, de welke doorgaans [83]) Wyfkens sijn, daar in op te sluyten, en sagt te handelen [84]), op dat men de aderen en andere deelen in 't lighaam niet soude komen te quetsen. Welke Vloon ik dan veelmaal quam te verplaatsen, en haar Eyeren die sy quamen te leggen van haar af nam, ook versorgden ik haar dikmaals van nieuwe glaasjens, op dat de Eyeren die de Vloon quamen te leggen, niet besmet souden werden vande drek die de Vloon inde glaasjens quamen te maken, en in welke drek of excrementen ik wel gesien heb, dat een groote quantiteyt sout-deelen lagen. Sien wy als hier vooren is geseyt, dat in vierentwintig dagen uyt een Ey van een Vloo, weder een volwasse Vloo voortkomt, soo konnen in een somer, of beter geseyt vande maant Maart tot de maant November, seven â agt maal de Vloon voorteelen, en wy dus, soo veel maal op nieuw van de eerst geschapene [85]) Vloon geplaagt werden.

Larve van de vlo.

Ik hebbe my met de observatien hier vooren verhaalt, niet vergenoegt gehouden [43]), maar nog verscheyde maal de Vloo-Wormen groot gemaakt, en waargenomen dat ik in drie dagen uyt de Eyeren van de Vloo Wormen kreeg, ende dat de Wormen wel 12. â 13. en meer dagen tijd van doen hadden, eer sy tot haar volkome wasdom waren gekomen, en ontrent half Augusty kryg ik weder Wormen uyt de Vloo-Eyeren, waar van de eene twee uuren na den anderen uyt het Ey quam, de eerste uytgekomene Worm kleefde ik aan een kleyn koper stifje, door een weynig starke gom, en stelde die voor het vergrootglas, en gaf het den Teykenaar in de hand, om soo veel als het hem doenlyk was, de Worm die hy quam te sien, na te volgen [86]), want de Worm beweegden hem [53]) seer stark.

fig. XLIII.

Fig: 1. ABC vertoont de Worm die op sijn rugge was vast gekleeft, en hier voorkomt, als of hy op de rugge lag. A. is het hooft alwaar op het selvige staan twee hoorns-gewyse uytsteeksels, uyt de welke nog soo kleyne scherpe uyt-

---

[79]) *haar ... af te rigten,* zich toe te leggen.

[80]) *selfs,* zelf.

[81]) *tegen den oven ... gegaapt,* vergeefse moeite gedaan, onbegonnen werk verricht. De uitdrukking betekent eigenlijk: met de ovenmond wedijveren in het gapen.

[82]) Voor *distincte* is het woord „meer" weggevallen; vgl. C: *quatuor aut plura distincta vitra.*

[83]) *doorgaans* heeft hier wel de moderne betekenis van „in het algemeen".

[84]) *sagt te handelen,* voorzichtig te behandelen.

[85]) *eerst geschapene,* waarschijnlijk: pas geboren, de nieuwe generatie.

[86]) *na ... volgen,* naar de natuur tekenen, afbeelden.

To this I must say once again that there are found many people who seem only to apply themselves to contradicting others and to persisting in their old errors, and who are themselves too indolent to make any investigation, the more so because research into matters of nature is often difficult and does not bring money into their purse. I would readily endeavour to convince such contradictors, but then I think again that it would be like gaping against the oven [26]). And besides, who cares to perform as much labour as I spent on that little despicable creature, the Flea!

Rearing of cultured fleas.

Now for two successive months I handed four and sometimes more different glass tubes with small corks thereon to my maid-servant, for her to enclose therein all the large Fleas, which are generally Females, and handle them gently, in order that the vessels and other parts in the body might not get injured. I often displaced these Fleas and took away from them the Eggs which they laid. I also frequently put them in new tubes, in order that the Eggs which the Fleas laid should not be infected by the dung which the Fleas produced in the tubes, in which dung or excrements I saw there was a large quantity of salt particles.

When we see, as said heretofore, that in twenty-four days an adult Flea emerges from an Egg of a Flea, it follows that Fleas can reproduce themselves seven or eight times in one summer, or rather from the month of March to the month of November, so that we are again vexed as many times by the Fleas first created.

Larva of the flea.

Not satisfied with the observations described above, I reared the Flea-Worms several times again and perceived that in three days I got Worms from the Eggs of the Flea, and that the Worms needed at least 12 to 13 days and more before they had attained their full size. And about the middle of August I once again got Worms from the Flea-Eggs, of which one came out of the Egg two hours after the other. I stuck the Worm that first emerged on a small brass pin with some strong gum, placed it before the magnifying glass, and handed it to the Draughtsman for him to draw as well as he could, for the Worm was moving about very vigorously.

fig. XLIII.

Fig. 1. ABC shows the Worm, which had been stuck on by its back and looks here as if it were lying on its back. A is the head, on which there are two horn-like projections, out of which came other sharp projections, so small that

[26]) *gaping against the oven*, trouble thrown away, wasting one's labour. The expression really means: emulating the oven in gaping.

steeksels quamen, dat den Teykenaar die niet konde sien, als by onderrigtinge [87]); tusschen welke hoorntjes twee korter uytstekende deeltjens haar vertoonen, die niet op het hooft maar als onder aan het hooft staan, daar de mond geplaatst is, en dese deeltjens gebruykte de Worm, als hy voort loopt, en soo doet hy ook met de deeltjens die agter aan het lijf by C. syn uytgebeelt [88]).

Invloed van verdamping op kleine organismen.

Na dat dese Worm was afgeteykent, soo arbeyde [89]) hy soo stark, dat deselve van de gom af raakte, als wanneer ik die weder door een weynig gom, aan het koper punctje vast kleefde, dog ik en bragt dit soo niet te weeg of ik raakte met een seer kleyn gedeelte gom, aan het hooft van dese Worm, dat ik merkte hem seer hinderde, en wanneer hy dus ses uuren was vast gekleeft, quam hy te sterven, en weynig tyd daar na, sag ik dat de vogtigheyt uyt desselfs lighaam soo weg waassemde, dat veel inkrimpingen daar door in 't lighaam quamen, en na vierentwintig uren, was het lighaam van de Worm soo ingedroogt, dat het na geen Worm en geleek, daar [90]) in tegendeel een andere Worm, die twee uren na de eerst geseyde Worm, uyt het Ey was gekomen, en maar twee uren minder mede door aanklevende gom, voor het vergroot-glas hadde gestaan, niet alleen leefde, maar het lighaam soo stijf uytgespannen bleef staan, als of hy eerst [91]) uyt het Ey was gekomen.

Wanneer den Worm dertig uren voor het vergroot-glas hadde gestaan, en nog stark leefde, beelde ik my in te sien, dat de huyt soo stark niet uytgespannen was, en by gevolg [92]), een weynig vogt uyt het lighaam was weg gewaassemt.

Dese Worm heb ik sedert de verhaalde tyd veel maal beschout, en doen deselve vierensestig uren voor het vergroot-glas hadde gestaan, sag ik hem nog bewegen, nu was desselfs lighaam een weynig vermindert. In dese dagen hadden wy warme sonneschyn.

Na de Worm vier gantsche dagen en nagten hadde voor het vergroot-glas gestaan, sag ik deselvige nog bewegen; na welke tyd ik hem niet en beschouwde, of daar waren wel 16. uren verloopen, en doen was desselfs lighaam al veel ingekrompen. Des anderen daags 's mergens was de stoffe uyt de Worm soo weg gewaassemt, dat hy voor geen Worm te bekennen was [93]).

Dit en heb ik, namentlyk, dat in levende schepsels, de vogt soo weynig weg waassemt, niet alleen in deese Worm vernomen, maar het is my in vele kleyne schepsels te vooren gekomen, en selfs ook, wanneer men Eyeren van kleyne dierkens, waar onder ik ook de Vloo-Eyeren stel, de vrugtbare en onvrugtbare

---

87) *by onderrigtinge*, doordat het hem verteld werd.

88) De *twee hoorns-gewyse uytsteeksels* op het hoofd der larve zijn de antennen. Met de daartussen geplaatste kortere *uytstekende deeltjens* zijn de mandibels bedoeld, die inderdaad gebruikt worden bij de voortbeweging, zoals ook de *deeltjens* ... *agter aan het lijf*, de zgn. anale naschuivers *(Fig: 1, C*, en *Fig: 18, F)*, hierbij dienst doen. *Fig: 17* toont de kop en de drie borststuksegementen van een larve. [Sm.]

fig. XLIII, LX en LIX.

89) *arbeyde*, spande zich in (om los te komen).

90) *daar*, terwijl.

91) *eerst*, pas, zojuist.

92) Mogelijk heeft L. hierbij het werkwoord „inbeelden" nog in de gedachten gehad: en bij gevolg meende ik dat.

93) *dat hy voor geen Worm te bekennen was*, dat er geen larve meer in te herkennen was.

the Draughtsman could not see them, except by being told. Between these little horns there appear two shorter projecting parts, which do not stand on top of the head, but as it were on the underside of the head, where the mouth is situated, and the Worm used these little parts in locomotion, and it does the same with the little parts which are depicted at the end of the body at C [27]).

Effect of evaporation on small organisms.

After this Worm had been drawn, it struggled so hard that it got off the gum, and then I stuck it again with some gum to the brass pin; but I did not manage this without touching the head of this Worm with a very tiny bit of gum, and I noticed that this hindered it considerably. And when it had been stuck like this for six hours, it died, and a short time afterwards I saw that the moisture from its body evaporated so much that the body shrivelled up very much. And after twenty-four hours the body of the Worm had dried up to such an extent that it did not look like a Worm, whilst on the other hand another Worm, which had emerged from the Egg two hours later than the first-mentioned Worm and had been before the magnifying glass, also by means of adhesive gum, only two hours shorter, not only was alive, but its body remained so rigidly distended as if it had only just emerged from the Egg.

When the Worm had been before the magnifying glass for thirty hours and was still fully alive, I fancied I saw that the skin was not so greatly distended, and I therefore thought that some moisture had evaporated from the body.

During the time mentioned I examined this Worm many times, and when it had been before the magnifying glass for sixty-four hours, I still saw it move, but now its body was somewhat shrivelled. In those days we had warm sunshine.

After the Worm had been before the magnifying glass for four whole days and nights, I still saw it moving. After this time I did not examine it until some 16 hours had elapsed, and by then its body had already shrivelled considerably. The next morning the moisture from the Worm had evaporated so much that no Worm was to be recognized in it.

It was not only in this Worm that I observed this, namely that in living creatures the moisture evaporates so little, but I have also seen it in many small creatures. And even when one contemplates the Eggs of tiny animalcules,

---

[27]) The *two horn-like projections* on the head of the larva are the antennae. The shorter *projecting parts* placed between them refer to the mandibles, which are indeed used in locomotion, as are the *little parts at the end of the body*, the so-called anal struts *(Fig. 1, C,* and *Fig. 18, F)*. *Fig. 17* shows the head and the three thoracic segments of a larva. [Sm.] *figs XLIII, LX and LIX.*

Eyeren by den anderen leggende [94]), soo sal men bevinden dat de onvrugtbaar sullen uytdroogen, daar [90]) in tegendeel de vrugtbare hare vogt sullen behouden, immers soo verre [95]), dat de worm in het Ey, genoegsame vogt tot sijn grootmakinge ontfangt [96]).

Maar wat sullen wy seggen, als wy sien dat de uytwaassemende vogt, in kleyne levende schepselen, of Eyeren soo weynig is [97]), dat selfs een Vloo in de winter vier gantsche maanden, in sijn gespin of omwindsel blyft leggen, sonder dat de vogtige stoffe die in 't lighaam is, daar uyt soodanig weg waassemt, dat hy sterft, en dat uyt der selver doode lighamen, de vogtigheyt, in korten tyd weg waassemt. In 't kort wy moeten ons over soodanige saken verwonderen, en met onse gedagten stil staan.

De larve in het ei. Ik heb het Ey, eer dat de tweede worm, hier vooren verhaalt, uyt het Ey was gekroopen, het selvige [98]) voor een vergroot-glas gestelt, om dat ik niet alleen de worm in 't Ey sag leven, en sag hoe dat het lighaam gestrekt lag, maar om dat ik ook selfs de leden die de worm heeft, voor het meerendeel door de schil van het Ey konde sien, soo heb ik soodanigen Ey mede laten afteykenen.

fig. XLIV. *fig. XLV.* Fig: 2. DE vertoont het Eytge van de Vloo met de worm daar in, en welk Eytje maar drie dagen van de Vloo was geleyt geweest. Fig: 3. FG vertoont het Eytje van een Vloo waar uyt de worm gekroopen is, waar aan men komt te sien, hoe de worm de schil van het Ey heeft ontstukken gearbeyt [42]). Dese Vloo-Eyeren en sijn niet grooter in ons bloote oog als kleyne santjens [99]), en gelyk onse oogen niet alle de lighamen die ons voorkomen, even groot sien, soo is het met den Teykenaar in desen. Want een ende het selfde Ey, komt my de axe in 't oog wel twee maal soo groot te vooren, als het hier geteykent is, en soo ook van de worm. Ik soude indien het noodig was, de verhaalde saken, door meerder vergrootende glasen hebben laten afteykenen [100]).

---

[94]) *by den anderen,* bij elkaar. Waarschijnlijk heeft L. hier het werkwoord „beschouwen" vergeten: wanneer men eieren van kleine diertjes ..., de vruchtbare en onvruchtbare samen nemende, beschouwt, zal men bevinden ...

[95]) *immers soo verre,* in elk geval in zoverre.

[96]) De waterhuishouding van vlooienlarven is uitvoerig behandeld door bv. M. Sharif 1949: *Effects of constant temperature on the development of the larvae and the pupae of the three Indian species of Xenopsylla,* in *Philosophical Transactions* (B), Dl. 223, blz. 581-633, en door W. Knülle 1967: *Physiological properties and biological implications of the water vapour sorption mechanism in larvae of the oriental rat flea, Xenopsylla cheopis (Roths.),* in *Journal of Insect Physiology,* Dl. 13, blz. 333-357. [Sm.]

[97]) *dat de uytwaassemende vogt ... soo weynig is,* dat er zo weinig vocht verdampt.

[98]) *het selvige* is overtollig.

[99]) Een *kleyn santje* heeft een middellijn van ongeveer 0,25 mm.
Een ei van de mensenvlo meet ongeveer 0,6 × 0,35 mm. [Sm.]

[100]) Vergeleken met L. is de tekenaar dus bijziende. De vergroting van L.'s microscoop, een loep, kan gedefinieerd worden als een angulaire vergroting, d.w.z. de verhouding tussen de hoek waaronder de waarnemer het door de loep ontworpen virtuele vergrote beeld van het voorwerp waarneemt en de hoek waaronder hij het zou zien als hij met het blote oog het voorwerp waarneemt, indien zich dat ongeveer in zijn nabijheidspunt, het *punctum proximum,* bevindt. Nu ligt het *punctum proximum* van een bijziende veel dichter bij het oog dan dat van een normale volwassene. Voor een bijziende zal dus het vergrotende effect van L.'s microscoop minder indrukwekkend zijn dan voor een normale waarnemer. [Doe.]

Ook elders in deze brief, blz. 232, klaagt L. erover, dat zijn tekenaar *kort van gesigt* is.

among which I also include Flea-Eggs, laying the fertile and the infertile Eggs together, one will find that the infertile ones will dry up, whilst on the other hand the fertile ones will retain their moisture, at any rate to the extent that the Worm in the Egg receives sufficient moisture for its growth [28]).

But what are we to say when we see that so little moisture evaporates from small living creatures or Eggs that even a Flea remains in winter in its cocoon or envelope for four whole months without the moisture in the body evaporating from it to such an extent that it dies, and that from its dead body the moisture evaporates in a short time? Briefly, we cannot but marvel at such matters, and ponder on them in our minds.

The larva in the egg.

Before the second above-mentioned worm had crawled out of the Egg, I placed the Egg before a magnifying glass, because I not only saw the worm alive in the Egg and saw how the body lay extended; but because I could also see through the shell of the Egg even most of the limbs which the worm has, I also got a drawing made of this Egg.

fig. XLIV. *fig. XLV.*

Fig. 2. DE shows the little Egg of the Flea with the worm therein, which Egg had been laid by the Flea only three days before. Fig. 3. FG shows the little Egg of a Flea out of which the worm has crawled, where it may be seen how the worm has broken the Egg-shell to pieces. These Flea-Eggs are no bigger to our naked eye than small grains of sand [29]), and just as our eyes do not see all bodies that appear before us in their true size, this also applies to the Draughtsman in this case. For the axis of one and the same Egg appears to my eye about twice as large as it has been drawn here, and the same holds for the worm. If necessary, I should have had the said things drawn through glasses of greater magnifying power [30]).

---

[28]) The water equilibrium of flea larvae has been discussed in detail by M. Sharif 1949: *Effects of constant temperature on the development of the larvae and the pupae of the three Indian species of Xenopsylla*, in *Philosophical Transactions* (B), Vol. 223, pp. 581-633, and by W. Knülle 1967: *Physiological properties and biological implications of the water vapour sorption mechanism in larvae of the oriental rat flea, Xenopsylla cheopis (Roths.)*, in *Journal of Insect Physiology*, Vol. 13, pp. 333-357. [Sm.]

[29]) A *small grain of sand* has a diameter of about 0.25 mm. An egg of a human flea measures about 0.6 × 0.35 mm. [Sm.]

[30]) In comparison with L., therefore, the draughtsman is short-sighted. The magnification of L.'s microscope, a magnifier, may be defined as an angular magnification, *i.e.* the ratio between the angle under which the observer sees the virtual enlarged image of the object formed by the magnifier and the angle under which he would see it when he observes the object with the naked eye if it is approximately in its *punctum proximum*. Now the *punctum proximum* of a short-sighted person is much nearer to the eye than that of a normal adult. For a short-sighted person the magnifying effect of L.'s microscope will therefore have been much less impressive than for a normal observer. [Doe.]

In another passage of this letter (p. 233) L. again complains that his draughtsman is short-sighted.

Inspinnen van de larve.

Na dese myne aanteekeningen, heb ik weder op nieuw uyt verscheyde Vloo-Eyeren, twee wormen soo verre gebragt, dat sy geen spys meer in haar lighaam hadden, en haar begaven om te spinnen [38]), dog alsoo de gront waar op de wormen lagen van glat gesneden kurk was, en welke kurk soo digt in het glas was geprangt [101]), dat de Vloo-wormen haar niet en konden plaatsen, om haar te omspinnen, want gelyk als men onse Syd-wormen, in een lang rond-agtig papier plaatst, en welk papier wy een peperhuys noemen, op dat de worm by gebrek van bladeren, in 't peperhuysje synde, rondomme aan alle kanten van 't papier soude konnen hegten, om alsoo desselfs lighaam rondom in het gespin te plaatsen [102]). Soo tragt insgelyks de worm die uyt het Ey van een Vloo voortgekomen, wanneer deselve tot syn volkome groote is gekomen, sig te plaatsen in naeuwe reeten, scheuren ofte hoeken, om alsoo desselfs gespin dat hy sal komen te bewerken, volmaaktelyk om syn lighaam te spinnen.

Larve als voedsel voor mijten.

Dat ik nu te meer maal het soo geschikt heb, dat de Vloo-worm, sig niet en soude konnen omspinnen, was door my alleen te weeg gebragt, op dat ik des te beter de verandering van de worm, tot een popke soude konnen ont-dekken. Maar hoe menigmaal ik de wormen beschoude ten tijde als sy sonder eeten waren, en hare verandering [103]) genaakt, soo heb ik alleen konnen sien, dat de wormen haar in soo een bogt of gedaante schikten, als deselvige hadden, doen sy in de Eyeren lagen. Want als ik deselvige des naarmiddags beschoude, en soo leggen vond, soo sag ik drie uuren daar na, dat een van de selvige in een popke was verandert. De tweede mede door het vergroot-glas beschouwen-de, sag ik dat op de worm een Miter [104]) was, en eenige tyd daar bleef sonder van plaats te veranderen, ende dat een andere Miter die grooter was, daar ontrent [105]) was loopende; waar uyt ik myn selven sekerlyk inbeelde [106]), dat de Miters dese Vloo-worm, op de tyd dat de Vloo-worm onmagtig synde, en op desselfs verandering leggende [107]), en sig niet konnende verweeren, haar voetsel uyt de wormen quamen halen, en gaten in 't lighaam van de worm quamen byten, en dat dus de Vloo-wormen spys voor de Miters souden wer-den [108]).

Na dat de Vloo-worm dus [17]) nog eenige uren hadde gelegen, en sag [109]) dat deselvige een weynig korter was geworden, stelde ik deselvige voor het

---

[101]) *geprangt,* gekneld, geperst.

[102]) De zin loopt nog door.

[103]) *verandering,* gedaanteverwisseling.

[104]) *Miter,* mijt.

[105]) *daar ontrent,* daar in de buurt.

[106]) *ik myn selven sekerlyk inbeelde,* ik als zeker aannam.

[107]) *onmagtig,* machteloos. De zin is niet goed opgebouwd; in plaats van de deelwoorden *synde, leggende* en *konnende* leze men: is, legt en kon.

op desselfs verandering leggende, op het punt van gedaante te verwisselen.

[108]) Zoals A. W. Bacot in 1914 waarnam, kunnen in vlooienculturen behalve de vegetarisch levende Tyroglyphiden-mijten ook roofmijten van het geslacht *Cheyletus* voorkomen, welke zich niet alleen met Tyroglyphiden voeden doch ook met vlooienlarven: ... *should the* Cheyletus *be present to a large extent, or the vegetable feeding species of mites be absent or present in small numbers only, serious mortality of the flea population might occur* (*Report on plague investigations in India, LXIX* in *Journal of Hygiene* (Cambridge), Dl. 13 (Suppl. 3), blz. 464). [Sm.]

[109]) *en sag,* lees: en nadat ik gezien had.

The larva spinning a cocoon.

After I had made these notes, I once again reared two worms, from several Flea-Eggs, until they had no more nourishment in their bodies and commenced to spin their cocoons, but the ground upon which the worms lay was of smoothly cut cork, and this cork had been pressed so tightly into the glass tube that the Flea-worms could not place themselves in such a way as to be able to spin their cocoon. For just as our Silk-worms are put in a long roundish piece of paper, which is called a cornet, in order that the worm, in the absence of leaves and while being in the cornet, may attach itself to all sides of the paper all round so as to place its body with the cocoon all round it, in the same way the worm that has emerged from the Egg of a Flea tries, when it has reached its full size, to place itself in narrow chinks, slits, or corners, in order to spin the cocoon which it is going to make completely around its body.

Larva as food for mites.

My having arranged things several times in such a way that the Flea-worm could not spin its cocoon around itself had been done only in order that I might be better able to discover the transformation of the worm into a little pupa. But although I often observed the worms at the time when they were without food and their transformation was approaching, I was only been able to see that the worms arranged themselves in the same bend or shape that they had when they lay in the Eggs. For when I examined them in the afternoon and found them lying like this, I saw three hours afterwards that one of them had changed into a pupa. On examining the second also through the magnifying glass I saw that there was a Mite on the worm and this remained there some time without changing its place, and that another Mite, which was bigger, was walking in the vicinity. From this I concluded that at the time when the Flea-worm is helpless, on the point of being changed, and unable to defend itself, the Mites get their food out of the worms by biting holes in the body of the worm, and that the Flea-worms thus become food for the Mites [31]).

After the Flea-Worm had thus lain for a few more hours and I saw that it had become a little shorter, I put it before the magnifying glass and saw that

---

[31]) As A. W. Bacot observed in 1914, apart from vegetarian Tyroglyphids, predatory mites of the genus *Cheyletus,* which feed not only on Tyroglyphids but also on flea larvae, are to be found in flea cultures: ... *should the* Cheyletus *be present to a large extent, or the vegetable feeding species of mites be absent or present in small numbers only, serious mortality of the flea population might occur* (*Report on plague investigations in India, LXIX,* in *Journal of Hygiene* (Cambridge), Vol. 13 (Suppl. 3), p. 464). [Sm.]

vergroot-glas, en sag dat de Vloo-worm drie gaten in syn lyf waren gebeten, en dat syn huytje voor een gedeelte was afgestroopt, en dat het lighaam van de worm, al een weynig was ingedroogt.

Functie van het spinsel.

Uyt dit laatst verhaalde quam my eerst te binnen, dat het spinsel het welk de Vloo-worm komt te maken, nootsakelyk is, en dat sonder sulks naeuwlyks de Vloo soude konnen voortteelen, om dat selden, of geen stoffe van eenig spys, ofte ook doode dierkens, in onse huysen leggen of de Miter isser op, of ontrent, en haalter syn voetsel af, en schoon ik my inbeelde, dat ik de Vloo-wormen soo wel bewaart hadde, datter geen Miter in de glase tuba, welker diameter seer na van een duym, en vyf duym lang was [110]), en onder en boven met een kurk soo vast gestopt was [111]), dat ik my soude versekeren, geen Myt daar in soude konnen komen, soo is het my hier het contrarie gebleken, en ik heb ook veel maal tot myn verwondering het dierke de Myt, by eenige stoffe gevonden, daar ik niet en konde begrijpen, hoe sy soo vaardig [112]), de stoffe die haar tot spijs diende konden vinden. De Miter als hier vooren is geseyt op het lyf van de Vloo-worm siende, heb ik in gedagten genomen, of de kleyne seer dunne uytstekende deeltjens, waar mede de Vloo-wormen versien syn, en die in Fig: 1. by A werden aangewesen, niet de wapenen van een Vloo-worm sijn, om sig tegens de Miter te beschermen [113]).

fig. XLIII.

Dit spinsel nu dat de Vloo-worm maakt, en waar in deselvige sig voor de verandering [103]) als opsluyt, beschermt de worm, en het popke voor de Mijt.

Dit nu met de Vloo-worm soo sijnde, soo moeten wy ook vast stellen [55]), dat het met de Zijd-worm insgelijks toegaat, en wiens gespin niet gemaakt werd, om dat [71]) wy klederen, en andere saken van de Zijd-worm sijn gespin souden maken, maar dat de Zijd-worm sig alleen omspint, om dat [114]) wanneer sijn verandering genaakt, en sig [115]) niet onder de bladeren kan verschuylen, en ook niet magtig is [116]) om sijn selven in de verandering te konnen vast houden of verplaatsen, en in die tijt als sonder beweeginge leit; beschut soude wesen, niet voor de Miter, maar voor het gevogelte. En so stel ik ook vast, dat het met alle Ruspen gaat, die haar om spinnen, als de selvige haar volkomen wasdom hebben, en hare verandering sal genaken [117]).

Pop van de vlo.

Ik hebbe de Vloo-worm soo als hy des avonts in een Popke was verandert, des anderen daags mergens voor het vergroot-glas gestelt, ende dat Popke den Teikenaar in de hand gegeven, om het selvige af te teikenen.

---

[110]) *welker diameter,* men leze: waarvan de diameter nagenoeg een duim en de lengte vijf duim was. Een *duym* is 2,61 cm.

[111]) L. heeft zich hier in de zinsconstructie verward. Er had moeten volgen: kon komen („datter geen Miter in de glase tube ... kon komen"), maar L. was kennelijk de aanvang van de zin vergeten en sloot aan op *soo vast gestopt.* Zijn bedoeling is overigens duidelijk.

[112]) *vaardig,* handig, bekwaam.

[113]) De *kleyne seer dunne uytstekende deeltjens* op de kop der larven zijn de antennen (vgl. ook aant. 88), die – hoewel „bewapend" met een stevige apicale haar – geen afwerende functie hebben. [Sm.]

[114]) *om dat,* opdat (hij).

[115]) *en sig,* lees: en hij zich.

[116]) *niet magtig is,* buiten staat is.

[117]) Het opvallende is, dat L. hier een biologische verklaring geeft voor het spinsel van de zijderups in een tijd, dat antropocentrische verklaringen overheersend waren.

three holes had been bitten in the body of the Flea-worm and that its skin had been partly stripped off, and that the body of the worm had already dried up slightly.

Function of the cocoon.

It was only through this last-mentioned fact that it occurred to me that the cocoon which the Flea-worm makes, is a necessity, and that without it the Flea could hardly reproduce itself, because there are seldom, if at all, any food substances, or dead animalcules, in our houses on which the Mite either rests, or gets its food. And although I thought that I had preserved the Flea-worms so well that no Mite could get into the glass tube, the diameter of which was about one inch, while its length was five inches [32]), and which had been so firmly stoppered with a cork at the top and the bottom that I felt certain that no Mite could get into it, I found in this case the opposite to be true. And I have also many times, to my surprise, found the animalcule the Mite near some substance and I could not understand how it could so deftly find the substance which served them as food. Seeing the Mite, as said heretofore, on the body of the Flea-worm, I wondered whether the tiny, very thin projecting parts with which the Flea-worms are equipped and which are shown at A in Fig. 1 could be the weapons of a Flea-worm, for protecting itself against the Mite [33]). *fig. XLIII.*

Now this cocoon which the Flea-worm makes and in which it encloses itself before transformation protects the worm and the pupa against the Mite.

Now this being so with the Flea-worm, we must take it for granted that the same thing happens with the Silk-worm, whose cocoon is not made so that we can make garments and other things from the cocoon of the Silk-worm. The Silk-worm only spins a cocoon around itself in order that, when its transformation approaches and it cannot hide beneath the leaves, nor fasten or displace itself during its transformation and remains at that time almost motionless, it may be protected, not against the Mite, but against the birds. And thus, I assert, it also happens with all caterpillars, which spin a cocoon when they have attained their full size and their transformation is approaching [34]).

Pupa of the flea.

I placed the Flea-worm, which had been changed into a pupa the previous evening, before the magnifying glass the next morning, and handed that pupa to the Draughtsman for him to draw it.

[32]) A *duym* (inch) is 2.61 cm.

[33]) The *tiny, very thin projecting parts* on the heads of the larvae are the antennae *(cf.* also note 27), which – though „armed" with a strong apical seta – do not have a defensive function. [Sm.]

[34]) It is striking that L. here accounts biologically for the cocoon of the silk-worm in an age when anthropocentric explanations prevailed.

fig. XLVI. Fig. 4. AKBCDEF. vertoont het Popke, AK. sijn de hoornen die de Vloo sal hebben.

LGB. is een van de voorste pooten die aan L. sijnde het hooft haar begin hebben, en aan welke pooten, ontrent B. al de kleine Ledekens die de pooten van de Vloo sal hebben, te voorschijn komen, en soo siet men ook de leden van deselvige aan C. en D. [118])

HC. is een van de middelste Pooten, alwaarmen aan G. komt te sien, dat de eerste Pooten, de middelste Pooten voor een gedeelte komen te bedekken: en soo [a]) doen ook de middelste Pooten, die voor een gedeelte de agterste Pooten bedekken.

ID. ende CH. sijn de twee agterste Pooten, die voor een gedeelte van de middelste Pooten bedekt werden.

fig. XLVII. Fig: 5. MNOPQ. vertoont het afgestroopte huitge, dat de Vloo-worm in 't veranderen van een Worm tot een Popke; in dusdanige bogten van het lijf heeft afgearbeit, en alwaar men aan M. komt te sien beide de overgeblevene plaatsjens, daar de Hoornen van de Worm hebben gestaan.

Na dat het verhaalde Popke drie dagen geleden was afgeteikent geweest, sag ik dat het sedert die tijt al veel was verandert, ende datter nu veel saken in waren te sien, die men in 't eerste gantsch niet en hadde konnen bekennen, dierhalven heb ik het Popke voor de tweede maal laten afteikenen, op dat men soude komen te sien, wat verandering het selvige sedert de eerste afteikening heeft aangenomen.

fig. XLVIII. Fig: 6. ASTV. vertoont het Popke voor soo veel het den Teikenaar in de tweede afteikening heeft kunnen navolgen [86]).

fig. XLIX. *Imago.* Fig: 7. ABCDEFGHIKLMN. vertoont het lighaam van een Vloo, na dat hy alvoorens gedoot was, en met de rugge op de punt van een Naalde was gekleeft, en alsoo voor het vergrootglas gestelt, om dat het onmogelijk soude sijn, een Vloo levendig sijnde, af te teikenen. Ik hadde ook geen voornemen om de Vloo te laten afbeelden; maar om dat seker geleert Heer my daar toe seer aanporde, met byvoeginge dat men daar door de werelt maar soude konnen overtuygen, dat de Vloon uyt geen bedervinge [119,b]), maer uyt voortteelinge voortquamen, soo heb ik het te weeg gebragt, ende alhoewel voornamentlijk in de buyk seer veel bloet-vaten te sien waren, soo heeft hy [120]) maar eenige weinige konnen aanhalen [121]), seggende dat de andere onmogelijk waren te volgen [122]).

---

[a]) A: soc [b]) A: berdervinge

fig. XLVI. [118]) De *hoornen* in *Fig: 4, AK,* zijn de monddelen. Het eerste pootpaar *(LGB)* lijkt bij vlooien onder aan de kop te zijn bevestigd, doordat het pootdragende sternale deel van het eerste borststuksegment voorwaarts tot ver onder de kop reikt. [Sm.]

[119]) *bedervinge,* rotting.

seker geleert Heer is waarschijnlijk Pieter Rabus, zie de brief van Rabus aan L., van 18 augustus 1693, blz. 198-200, en Brief 127, van 27 oktober 1693, blz. 262, aant. 1, in dit deel.

[120]) *hy,* nl. de tekenaar.

[121]) *aanhalen,* weergeven, afbeelden.

fig. XLIX. De *bloet-vaten* in *Fig: 7* zijn tracheeën. [Sm.]

[122]) *volgen,* het beloop met de ogen volgen.

Fig. 4. AKBCDEF shows the pupa; A and K are the horns which the Flea is going to have. *fig. XLVI.*

LGB is one of the forelegs, which have their starting-point at L, the head, and on which legs, around B, all the tiny joints appear which the legs of the Flea are going to have, and thus their joints are also seen at C and D [35]).

HC is one of the middle Legs, while at G it is seen that the Forelegs partly cover the middle Legs; and in the same way the middle Legs partly cover the hind Legs.

ID and CH are the two hind Legs, which are partly covered by the middle Legs.

Fig. 5. MNOPQ shows the sloughed skin, which the Flea-Worm, during its transformation from a Worm into a Pupa, has stripped off its body in bends and where will be seen at M the two remaining places where the Horns of the Worm have been. *fig. XLVII.*

Three days after the said Pupa had been drawn, I saw that it had already changed a good deal since that time, and that many things could now be seen in it which at first could not be discerned at all. For this reason I had the Pupa drawn a second time, in order that it might be seen what transformation it had undergone since the first drawing.

Fig. 6. ASTV shows the Pupa in so far as the Draughtsman was able to depict it. *fig. XLVIII.*

Fig. 7. ABCDEFGHIKLMN shows the body of a Flea, after it had first been killed and stuck with its back on the point of a Needle, and thus placed before the magnifying glass, because it would be impossible to draw a Flea while alive. Nor did I intend to have the Flea drawn, but because a certain learned Gentleman [35a]) strongly urged me to do so, adding that it would thus be possible to convince the world that Fleas are not generated by corruption, but by procreation, I caused it to be done. And although very many blood vessels could be seen, especially in the abdomen, he [36]) was able to draw only a few of them, saying that it was impossible to depict the others [37]). *fig. XLIX. Adult.*

---

[35]) The *horns* in *Fig. 4, AK,* are the mouth parts. The first pair of legs *(LGB)* in fleas seems to be attached to the underside of the head because the leg-bearing sternal part of the first thoracic segment extends far under the head. [Sm.] *fig. XLVI.*

[35a]) *a certain learned Gentleman* is probably PIETER RABUS, see RABUS' letter to L., of 18 August 1693, pp. 199-201, and Letter 127, of 27 October 1693, p. 263, note 1, in the present volume.

[36]) *he, i.e.* the draughtsman.

[37]) The *blood vessels* in *Fig. 7* are tracheae. [Sm.] *fig. XLIX.*

Dese afgeteikende Vloo, komt my in 't oog wel agt maal grooter te vooren, ende dat door het selvige glas te beschouwen [123]), als die hier geteikent staat, schoon het den Teikenaar seit, die niet grooter te sien. Ik heb my niet konnen inbeelden dat sulken grooten verschil in de oogen was, als ik nu kome te sien. Dese Teikenaar was kort van gesigt [100]).

Met DEF. werden de agterste Pooten vertoont.

FGH. de middelste.

Ende met IKL. de voorste Pooten, die aan het hooft geplaast staan, ende tusschen dese Pooten leggen de werktuigen [124]), daar mede de Vloo steekt, ende sijn voetsel haalt.

LMN. sijn de twee Hoornen, die de Vloo op het hooft heeft.

Steek-zuig-orgaan. Ik hebbe voor desen my ingebeelt [125]) hoe de Vloon haar voetsel, uyt de Lighamen soo van de Mensch en Dieren haalden [126]); dog alsoo ik my inbeelt, dat de werktuygen, daar mede de Vloo het bloet soog, nu by my voor een koker van de Angels, die sig in tween verdeelt, als de Vloo sijn Angels daar uyt brengt, werden aangesien, soo sal ik van drie distincte Vloon aanwysen, hoe my die werktuygen te vooren komen.

fig. L. Fig: 8. ABC. sijn de twee Hoornen aan het hooft, die hier vooren nog eens sijn aangewesen, en welke hoornen yder met drie leden sijn versien, behalven het lit daar de hoornen in het hooft gevest sijn. DE. is de kooker en Angels, die voor een gedeelte in malkanderen leggen, en soo die by my sijn waargenomen, alsse [127]) deselvige van malkanderen hebbe tragten te separeren.

FAD. is een gedeelte van het hooft.

fig. LI. Fig: 9. GHIK. sijn insgelijks de Angels en Kooker, die aan het hooft tusschen beide de voorste Pooten geplaatst leggen, welke Angels en Kooker beswaarlijk sijn te sien, ten zy dat men eerst de voorste Pooten van de Vloo van het hooft afsnijt, en dan sullen zy nog selden te voorschijn komen, om dat de Vloo als hy sijn Angel niet en gebruykt, deselvige soo als die in de koker leggen, tegen het lijf aan legt, en nademaal de Vloo, schoon men de voorste Pooten van het lijf heeft afgesneden, nog lang in 't leven blijft, soo heb ik ook doorgaans [74]) als ik de Angels tragten te sien, ook het hooft van het lijf afgesneden, op dat wanneer ik de Angels die digt aan het lyf leggen, daar van bragt, en die van een separeerde, de Vloo die niet weder aan syn lighaam soude plaatsen.

GI. ende GK. syn de twee deelen, die als deselvige met haare holligheden, met of tegen malkanderen leggen, de koker van de Angels uyt maken, ende de Angels in hare holligheden plaatsen, welke Angels met GH. werden aangewesen. Dese Angels soude men wel voor een Angel aansien, maar wel toesiende, sal men bevinden dat den Teikenaar nog een tweede Angel in de eerste heeft aangewesen, die niet tot aan het einde van H. komt.

---

[123]) *ende dat ... te beschouwen*, en wel ... beschouwd. De volgende *als*-zin behoort bij *agt maal grooter*.

[124]) *werktuigen*, organen.

[125]) *ingebeelt*, een denkbeeld gevormd.

[126]) L. beschreef de monddelen van de vlo reeds eerder in Brief 65 [33], van 12 november 1680, *Alle de Brieven*, Dl. 3, blz. 328-330, en in Brief 70 [37], van 22 januari 1683, *idem*, Dl. 4, blz. 22-24.

[127]) *alsse*, lees: als ik. L. gebruikt de oude, lange vorm van „als" slechts zelden.

This Flea as drawn appears to my eye to be some eight times bigger, and this as looked at through the same glass as drawn here, although the Draughtsman says he does not see it any bigger. I could not imagine that there was such a great difference in men's eyes as I now see. This Draughtsman was short-sighted [30]).

By DEF the hind Legs are indicated.

By FGH the middle Legs.

And by IKL the Forelegs, which are placed at the head, and between these Legs are the organs with which the Flea stings and gets its food.

LMN are the two Horns which the Flea has on its head.

I previously formed an idea of how the Fleas obtained their food from the Bodies of both Man and Animals [38]); but since I believe that the organs with which the Flea sucked the blood are a sheath of the Stings, which divides into two when the Flea thrusts its Stings out, I will show, in three different Fleas, how those organs appear to me. *Piercing and sucking organ.*

Fig. 8. AB and AC are the two Horns on the head, which have also been indicated before and each of which is provided with three joints, apart from the joint where the horns are fixed in the head. D and E are the sheath and the Stings, which partly lie one inside the other, and just as they were observed by me when I tried to separate one from the other. *fig. L.*

FAD is a portion of the head.

Fig. 9. GH, GI, and GK are likewise the Stings and Sheath, which are placed on the head between the two Forelegs, which Stings and Sheath can hardly be seen, unless one first cuts off the Forelegs of the Flea from the head; and even then they will seldom be visible, because the Flea, when not using its Sting, lays it against its body just as they lie inside the case. And since the Flea, even if the Forelegs have been cut off from the body, still remains alive for a long time, when I try to see the Stings, I also invariably cut off the head from the body, in order that, when I moved the Stings which lie close to the body away from it and separated them, the Flea may not place them against its body again. *fig. LI.*

GI and GK are the two parts which, when they lie with their cavities together or against each other, form the sheath of the Stings, and place the Stings in their cavities, which Stings are indicated by G and H. These Stings might easily be taken to be one Sting; but on looking closely, one will find that the Draughtsman has indicated yet another Sting inside the first one, which does not come as far as the end of H.

---

[38]) L. already described the mouth parts of the flea in Letter 65 [33], of 12 November 1680, *Collected Letters*, Vol. 3, pp. 329-331, and in Letter 70 [37], of 22 January 1683, *idem*, Vol. 4, pp. 23-25.

fig. LII. Fig: 10. LMNOP. vertoont weder de Koker en Angels in een derde Vloo. Hier is het my beter gelukt, als in de ontledinge van andere Vloon, want met LN. ende LO. werden de twee deelen die te samen gevoegt sijn [128]), de koker van de Angels uyt maken, als hier voren nog een maal is geseit, en welke deeltgens met verscheide hairtgens sijn beset. Ende met LM. ende LP. werde de Angels aangewesen, aan LM. komt men te sien, dat den selven een holligheyd heeft, waar in den tweeden Angel LP. geplaatst is, als de selve in haar rust leggen, ende wanneer dese Angels weder in haar kooker leggen, soo soude men dese vier werktuygen wel voor eenen Angel komen aan te sien.

Met dese observatien besig sijnde, brengt men tot my een Vloo, die men aan een dunne spelt hadde geregen, dese voor het vergroot-glas brengende, sag ik dat de Vloo geen groote beweeginge met de Pooten was makende, ende ik sag doen, dat de Angels uyt de koker waren, ende dat de Angel LP. die in de holligheyt van de Angel LM. was, seer aardig, en dat met een groote vaardigheyd [129]), op en nederwaarts, en als speelende bewogen wierd [130]).

Achterpoot. Vorders heb ik om de liefhebbers meerder te voldoen, een van de agterste Pooten van de Vloo afgetrokken, in welke doen een gedeelte van een Tendo of Trekker [131]) uyt het Lighaam van de Vloo aan de Poot is gevolgt, en hebbe die Tendo of Trekker aan de punt van een koper stifje gehegt, om dus te beter de gantsche Poot, die voor een meerder vergrotende glas gestelt was, des te beter [132]) de ware gestalte van de Vloo-poot te konnen afbeelden.

fig. LIII. Fig: 11. BCDEFGHIKLMN. vertoont de gantsche agterste Poot van een Vloo.

AB. is de Tendo of Trekker die in 't Lighaam van de Vloo aan A. is afgebrooken.

CDMN. is het eerste Lid van de Poot, sijnde het deel BCN. aan het Lighaam van de Vloo vereenigt geweest, in welk eerste Lid, men seer naakt quam te sien vier bysondere deelen, die in lengte van het Lid lagen, en na alle apparentie [133])

---

[128]) Er zijn twee fouten in de zin geslopen. Na *deelen* is „aangewesen" of „vertoont" vergeten en *sijn* moet „sijnde" wezen.

[129]) *vaardigheyd*, snelheid.

fig. L. *fig. LI en LII.* *afb. 22.* [130]) De twee *Hoornen*, aangegeven in *Fig: 8* met *AB* en *AC*, zijn de vierledige maxillaire palpen; *ED* zijn de overige monddelen, welke in groter detail getekend zijn in *Fig: 9* en *10*, welke de labiale tasters (*Fig: 9, GI* en *GK; Fig: 10, LO* en *LN*), de laciniae (*Fig: 9, GH; Fig: 10, LM*) en de epifarynx (*Fig: 10, LP*) laten zien. Vergelijk afb. 22. De twee laciniae omsluiten de epifarynx (zie bv. P. Wenk 1953: *Der Kopf von Ctenocephalus canis (Curti)*, in *Zoologische Jahrbücher, Anatomie*, Dl. 73, blz. 103-164) en aldus wordt het steek-zuigorgaan gevormd.

Robert Hooke (*Micrographia*, 1665, blz. 211) had reeds het steek-zuigaparaat op en neer zien bewegen tussen de labiale tasters, maar het is bemerkenswaard, dat L. in staat was de epifarynx, een zeer fijn staafje, op en neer te zien bewegen tussen de laciniae. M. M. J. Lavoipierre & M. Hamachi (*An Apparatus for Observations on the Feeding Mechanism of the Flea*, in *Nature*, Lond., Dl. 192 (1961), blz. 999) namen waar, dat na het inboren van het steek-zuigapparaat in de huid alleen de epifarynx het lumen van een bloedvaatje binnendringt; de epifarynx kan dus inderdaad op en neer bewegen tussen de laciniae. [Sm.]

[131]) *Tendo of Trekker*, pees of spier.

[132]) *des te beter* is overtollig.

[133]) *na alle apparentie*, naar alle waarschijnlijkheid.

Fig. 10. LMNOP again shows the Sheath and the Stings in a third Flea. In this case I was more successful than in the dissection of other Fleas, for by LN and LO are indicated the two parts which, being joined together, constitute the sheath of the Stings, as said already, and these parts are covered with several little hairs. And by LM and LP are indicated the Stings; at LM it can be seen that one of them has a cavity in which the second Sting is placed when they are at rest, and when these Stings lie in their sheath again, these four organs might be taken as one Sting. *fig. LII.*

While I was engaged in these observations, someone brought to me a Flea which had been skewered on to a thin pin. Placing this before the magnifying glass, I saw that the Flea was not making any great movements with its Legs, and I then saw that the Stings were out of the sheath and that the Sting LP, which was in the cavity of the Sting LM, was being moved very curiously, and that with great speed, up and down, as if playfully [39]).

Furthermore, in order to give greater satisfaction to interested people, I pulled off one of the hind Legs of the Flea, on doing which a portion of a Tendon or Mover [40]) of the Leg came out of the body, and I attached this Tendon or Mover to the point of a small brass pin, so as to give a better drawing of the true shape of the whole Leg of the Flea, which had been placed before a magnifying glass of greater magnifying power. *Hind leg.*

Fig. 11. BCDEFGHIKLMN shows the whole hind Leg of a Flea. *fig. LIII.*

AB is the Tendon or Mover, which has been broken off at A in the body of the Flea.

CDMN is the first joint of the Leg, the part BCN being joined to the Body of the Flea, in which first joint could be seen very clearly four different parts which lay lengthwise in relation to the Joint and which in all probability will

---

[39]) The two *Horns*, indicated in *Fig. 8* by *AB* and *AC*, are the four-segmented maxillary palpi; *ED* represents the other mouth parts, which are shown in greater detail in *Figs 9* and *10*, which show the labial palpi (*Fig. 9, GI* and *GK; Fig. 10, LO* and *LN*), the *laciniae* (*Fig. 9, GH; Fig. 10, LM*), and the epipharynx (*Fig. 10, LP*). Compare ill. 22. The two *laciniae* enclose the epipharynx (see *e.g.* P. Wenk 1953: *Der Kopf von Ctenocephalus canis (Curtis)*, in *Zoologische Jahrbücher, Anatomie*, Vol. 73, pp. 103-164), thus constituting the piercing and sucking organ. *fig. L.* *figs LI and LII.* *ill. 22.*

Robert Hooke (*Micrographia*, 1665, p. 211) had already seen the piercing and sucking organ moving up and down between the labial palpi, but it is remarkable that L. was able to see the very slender epipharynx moving up and down between the laciniae. M. M. J. Lavoipierre & M. Hamachi (*An Apparatus for Observations on the Feeding Mechanism of the Flea*, in *Nature*, Lond., Vol. 192 (1961), p. 999) observed that after the insertion of the piercing and sucking organ into the skin only the epipharynx enters the lumen of a small blood vessel; the epipharynx, therefore, is indeed capable of moving up and down between the laciniae. [Sm.]

[40]) *Mover*, agonistic muscle.

Trekkers en Bloetvaaten sullen syn geweest. Ik hebbe ook wel de vaten met haar onbegrypelyke kleyne takjens in de Pooten seer klaar sien leggen.

Dit Lid, ende ook alle de Leden van de Pooten van de Vloon, schynen door het vergroot-glas te beschouwen als of het doorschynende geele Amber, by ons genoemt Brant-steen [134]), was.

Tusschen DELM. siet men het wel gemaakte gewrigt.

Met EFKL. wert aangewesen het tweede Lid van de Poot van de Vloo, in welk Lid, mede niet alleen in 't midden van het selvige, seer klaar een senuagtig [135]) deel in de lengte hem vertoonden, maar men quam aldaar ook seer naakt [136]) te sien een bloet-vat, met der selver ring ofte kringegewyse deelen, waar uyt de bloed-vaaten van de Vloon en andere kleine schepsels zyn te samen gestelt, over een komende met de lugt-vaten in de Longen der Dieren [137]).

Wanneer ik nu laatst een Vloo hadde, die met het agterlijf aan een punt van een spelde was geregen, sag ik in de gantsche lengte, aan yder zyde van het geseyde lid, als tusschen EF. ende LK. als ook in 't midden van het selvige, een seer snelle beweginge van sappen loopen, die my te beter in 't oog voor quamen, om dat in de sappen bolletjens vermengt waren. Dog dese beweeginge wierde ik niet gewaar, dan als de Vloo sijn Poot bewoog, en welke beweeginge ook wel na dat de Poot stil was, een weynig tyd duurde. Veel dit siende, soude wel seggen, dat zy de circulatie in de Poot van een Vloo gesien hadden [138]).

Vorders was met de beweginge van de Poot, soo in 't geseyde Lid, als andere Leden, soo een overgroote beweeginge, dat het voor geen menschen is te begrypen. Dese beweeginge beeld ik my in, alleen de Vlees-musculen te zyn, die men ook ten deelen, als de Vloo dood is, komt te sien; maar 't is voor den Teikenaar onmogelyk geweest, die deelen, die men quam te sien, na te volgen: die [139]) ook in 't af teikenen, soo van de Poot als anders, veeltijds uyt barsten met dese woorden, LIEVE GOD WAT SIJNDER AL WONDEREN IN SOO EEN KLEYN SCHEPSEL!

---

[134]) *Brant-steen*, barnsteen. Zie Brief 104 [59], van 17 oktober 1687, *Alle de Brieven*, Dl. 7, blz. 84-86, aant. 4 en afb. 10, waar L. over insluitsels van insecten in barnsteen schreef.

[135]) *senuagtig*, peesachtig.

[136]) *naakt*, duidelijk.

fig. LIII. [137]) In *Fig: 11* is *CDMN* de coxa, *DELM* de trochanter, *EFKL* de femur, *FGIK* de tibia, *GHI* de tarsus (altijd vijfledig in vlooien) en *H* zijn de klauwtjes (altijd twee aan elke tarsus). De geringde *bloed-vaaten* zijn tracheeën. L.'s vergelijking met de *lugt-vaten in de Longen der Dieren* heeft alleen betrekking op de geringde structuur der wanden van deze vaten, waarvan de functie bij vlooien hem niet duidelijk is geworden. [Sm.]

[138]) Een opmerkelijke formulering, die de indruk geeft, dat L. enige reserve behoudt ten aanzien van de conclusie die velen blijkbaar zouden trekken.

Inderdaad heeft L. hier de bloedsomloop in de poot van de vlo gezien. [Sm.]

[139]) *die*, men leze: welke Teikenaar.

De musculatuur van de achtercoxa is zeer ingewikkeld en het is begrijpelijk, dat het voor de tekenaar onmogelijk was om deze af te beelden. De spieren kunnen met doorvallend licht gezien worden in de poten.

Met de *beweginge van de Poot* bedoelt L. de beweging van de pootdelen. [Sm.]

have been Tendons and Blood vessels. Very clearly also I saw the vessels with their incredibly tiny branches lying in the Legs.

This Joint, as well as all the Joints of the Legs of the Fleas, when looked at through the magnifying glass, appear as if they were transparent yellow Amber, called by us *Brant-steen* [41]).

Between D, E, L, and M is seen the well-made articulation.

By EFKL is indicated the second Joint of the Leg of the Flea, in which Joint, also not only in the middle of it, a sinewy [42]) part is shown lengthwise, but it was also possible to see there very clearly a blood vessel, with its ringed or circular parts, of which the blood vessels of Fleas and other small creatures are composed, which correspond to the air vessels in the Lungs of Animals [43]).

Now when I recently had a Flea that had been skewered by its abdomen to the point of a pin, I saw, along the entire length, on each side of it, namely between EF and LK and also in the middle, a very swift movement of liquids, which appeared more clearly to my eye because globules were mixed with the liquids. But I did not perceive this flow except when the Flea moved its Leg, and this flow sometimes also continued some time after the Leg was still. Many people, on seeing this, would probably say that they had seen the circulation in the Leg of a Flea [44]).

Furthermore, the movement of the Leg, both in the said Joint and in other Joints, was so exceedingly powerful that it cannot be fully grasped by men. I assume this movement to be only that of the Flesh muscles, which can also be seen to some extent when the Flea is dead; but it was impossible for the Draughtsman to depict those parts that could be seen [45]). This Draughtsman, while he was drawing either the Leg or other parts, often burst out with the words: DEAR GOD, WHAT WONDERS THERE ARE IN SUCH A SMALL CREATURE!

---

[41]) *Brant-steen*, amber. See Letter 104 [59], of 17 October 1687, *Collected Letters*, Vol. 7, pp. 85-87 note 4 and ill. 10, where L. wrote about enclosures of insects in amber.

[42]) *sinewy*, tendinous.

[43]) In *Fig. 11*, *CDMN* is the coxa, *DELM* the trochanter, *EFKL* the femur, *FGIK* the tibia, *GHI* the tarsus (always five-jointed in fleas), and *H* are the claws (always two on each tarsus). The ringed *blood vessels* are tracheae. L.'s comparison of them to the *air vessels in the Lungs of Animals* relates only to the ringed structure of the walls of these vessels, whose function in fleas was not understood by him. [Sm.] *fig. LIII.*

[44]) Here L. actually saw the circulation of the blood in the leg of the flea. [Sm.]

[45]) The musculature of the hind coxa is highly complicated, and it is not surprising that the draughtsman was unable to draw it. With transmitted light the muscles can be seen in the legs.

By the *movement of the Leg* L. means the movement of the segments of the legs. [Sm.]

FGIK. is het derde Lid van de Poot, waar aan men komt te sien veele harde scharpe doorns-gewyse uytsteeksels.

Met GHI. werden de vyf laatste leden van de Poot van de Vloo aangewesen, en soo is yder Poot van maaksel, waar aan men seer naakt [136]) komt te sien, hoe het eene Lid in het andere inschiet.

Met H. werden aangewesen, de twee volmaakte Klaauwen, waar mede yder Poot versien is, welke de Vloo soo wonderlyk vaardig tot sijn gebruyk heeft, dat schoon hy in een besloote glas opspringt, en maar ontmoet een weynig vuyligheyt, dat aan het glas sit, al was het maar een weynig drek van de Vloo, en met eene klaauw daar aan komt aan te raken of in te slaan, soo kan hy sig daar aan vast houden.

Sien wy nu dit wonder veel-ledige maaksel, en langte van de Pooten van een Vloo; soo en behoeven wy ons niet te verwonderen, hoe de Vloo soo hoog kan opspringen, en men hoeft my niet te vragen (gelyk veelmaal gebeurt is) of de Vloojen Wieken hebben, waar mede sy soo hoog weten op te springen [140]).

Copulatie van vlooien.

Terwyl ik doende ben met de verhaalde observatien, brengt myn Dienstmaagt tot my een glaasje, waar in zy drie Vloon hadde opgeslooten, die ik kort daar na beschouwende, sag dat twee van de selvige Wijfjens, en het derde een Manneken was, ende dat het Manneke met een van de Wijfkens was versamelt [58]), hier op bragt ik een weynig beweging aan het glas, en sy bleven egter [141]) versamelt, welk doen my nog noyt in opgeslootene Vloojen en was te vooren gekomen, om dat ik tot nu toe belast [142]) hadde, dat men my niet als [143]) groote Vloojen, dat Wyfkens syn [144]), soude in de glaasjens opsluyten. Dit Manneken was wel twee maal soo kleyn als het Wyfke, en het Manneke en sleepte niet agter na, nog en sat niet op het Wyfke, maar het was geplaatst tusschen de agterste beenen van het Wyfke, en als het Wyfke voortliep, soo liep het Manneken mede voorwaarts uyt [145]), even als of wy ons inbeelden te sien, dat een kleine Mannekens Hond, met een veel grooter Wyfkens Hond was versamelt, ende dat het Manneke geplaatst was tusschen de agterste beenen van het Wyfke, en dat dese beyde voorwaarts uytloopende, het agterlyf van het Manneken (door het Wyfke) soo hoog wierd opgeligt, dat de agterste Poten van het Manneke geen aarde en raakten. Hier stond ik met dit gesigt een weynig verstelt [146]), en seer begerig, om het Mannelijk Lid inde versameling [147]) te mogen sien, als my inbeeldende [23]), dat het Mannelijk Lid met eenige dikkig-

---

[140]) Voor recente studies over de sprong van vlooien zie H. C. Bennet-Clark & E. C. A. Lucey 1967: *The jump of the flea: a study of the energetics*, in *Journal of Experimental Biology*, Dl. 47, blz. 59-76, en M. Rothschild *et al.* 1972: *Jump of the oriental rat flea Xenopsylla cheopis (Roths.)*, in *Nature*, Lond., Dl. 239, blz. 45-48. [Sm.]

[141]) *egter*, toch.

[142]) *belast*, last gegeven.

[143]) *niet als*, alleen maar.

[144]) De wijfjes der vlooien zijn groter dan de mannetjes, bv. meet een vrouwtje van *Pulex irritans* 2,5-3,5 mm in de lengte en een mannetje 2-2,5 mm. [Sm.]

[145]) *voorwaarts uyt* is een contaminatie van „voorwaarts" en „vooruyt".

[146]) *verstelt*, verbaasd.

[147]) *versameling*, paring.

FGIK is the third Joint of the Leg, on which can be seen many hard, sharp, thorny projections.

By GHI are indicated the last five joints of the Leg of the Flea, and this is the structure of each Leg, by which it will be seen very clearly how one Joint fits into another.

By H are indicated the two perfect Claws with which each Leg is provided and of which the Flea can make such a wondeıfully deft use that, even if it leaps inside a closed glass tube and only comes across a bit of dirt adhering to the glass, even if this were only a bit of the Flea's dung, and happens to touch it or strike against it with one claw, it is able to hold on to it.

Now when we see this wonderfully multi-jointed structure, and the length of the Legs of a Flea, we need not be surprised that the Flea can leap so high, and people need not ask me (as has happened many times) whether Fleas have Wings, with which they manage to leap so high [46]).

Copulation of fleas.

While I was engaged in the above-mentioned observations, my Maid-servant brought me a glass tube, in which she had enclosed three Fleas, and when I examined them shortly afterwards, I saw that two of them were Females and the third was a Male, and that the Male was copulating with one of the Females. I thereupon gave a slight movement to the tube, but still they continued to copulate, a behaviour which I had never before noticed in Fleas enclosed in a tube, because I had hitherto given orders that only large Fleas, which are Females [47]), were to be enclosed in the tubes. This Male was about half the size of the Female, and the Male did not trail behind, nor did it sit on the Female, but it was placed between the hind legs of the Female, and when the Female walked, the Male also walked forward, just as if we saw a small Male Dog copulating with a much bigger Female Dog with the Male was placed between the hind legs of the Female, and, the two of them walking forward, the hind part of the body of the Male being lifted so high (by the Female) that the hind Legs of the Male did not touch the ground. I was somewhat dumbfounded at this sight, and very eager to see the Male Organ during the copulation, because I assumed that the Male Organ must be equipped with

[46]) For recent studies on the jump of fleas, see H. C. Bennet-Clark & E. C. A. Lucey 1967: *The jump of the flea: a study of the energetics,* in *Journal of Experimental Biology*, Vol. 47, pp. 59-76, and M. Rothschild *et al.* 1972: *Jump of the oriental rat flea Xenopsylla cheopis (Roths.)*, in *Nature*, Lond., Vol. 239, pp. 45-48. [Sm.]

[47]) Female fleas are larger than males; thus, a female of *Pulex irritans* has a length of 2.5-3.5 mm as against 2-2.5 mm for a male. [Sm.]

heijt of knoop, die in de versameling grooter wierde most versien zijn, waar door het selvige in het Vrouwelijk Lid, vast bleef [148]).

Na dat ik een weynig tijd met mijn gedagten hadde besig geweest hoe ik het Manneke, of Wijfke, of ook wel alle beyde, haar agterlijf soude af snijden, sonder dat my die niet en [149]) mogten ontspringen, soo stelde ik mijn voornemen in't werk, en ik snede eerst het Wijfke, ende soo aanstonts ook het Manneke de agterlijven af, en dus raakten beyde de gedeelten van malkanderen af, dat buyten mijn meninge [150]) was, om dat ik beyde de agterlijven aan den anderen [151]) tragte te houden [152]). En alsoo ik nu bekommert was, dat in dit doen, het Manneke sijn Mannelijk Lid mogt in sijn Lighaam gehaalt hebben, soo bragt ik sonder eenige vertoevinge [153]) seer sagt een punctje van een kleyn spelletje [154]) in het afgesnede Lighaam van het Manneke, en doe stelde ik het voor het vergrootglas, en liet alsoo een kleyn gedeelte van het selvige afteykenen.

fig. LIV. *♂ geslachts-organen.*

Fig: 12 LMN. beelde ik my in het Mannelijk Lid van de Vloo te sijn N alwaar [155]) men met M. het knoopagtige deel van het Mannelijk Lid komt te sien, ende dat sonder soodanig deel, ik mij ook inbeelde de Vloo aan het Wijfke niet kan vast blijven, ja dat meer is, dat in de versameling dese knoop begint op te swellen en grooter te worden, gelijk in de versameling van de Honden geschiet. Op het geseyde Lid, tusschen L. ende N. leggen twee lange deeltgens met hairtgens beset, die ik my inbeeld [23]) die deelen te sijn, die in Fig: 4. aan het Popke met E. werden aan gewesen. En welke deelen men inde afgeteikende Vloo niet en heeft komen te sien, uyt oorsaak stel ik vast [156]), dat de afgeteykende Vloo een Wijfje is geweest, daar [90]) het Popke, een Mannekens Vloo soude worden, als ook mede leggen de geseyde deelen soo digt aan het lijf, en ook in getrokken, dat men deselvige weynig komt te sien [157]).

fig. XLVI.

fig. LIV.

Inde geseyde Fig: 12. word met PQ. twee besondere deeltjens aangewesen, die men aan de Vloo als hy levendig is niet en komt te sien, want gelijk als deselve het ingebeelde Mannelijk Lid [158]), als hy het tot geen gebruyk wil brengen in sijn Lighaam plaatst, soo brengt hy de deelen PQ tegen L. waar door men als dan deselvige niet en komt te sien [158]).

fig. XLIX.

---

148) L.'s waarnemingen betreffende de copulatie van de mensenvlo zijn, te oordelen naar het betrekkelijk weinige dat bekend is over de copulatie van andere vlooiensoorten, klaarblijkelijk opmerkelijk accuraat. Het is wel zeer merkwaardig, dat tot nog toe geen andere gegevens over de copulatie van *Pulex irritans* gepubliceerd zijn. [Sm.]

149) De woorden *niet en* zijn overtollig.

150) *buyten mijn meninge*, niet mijn bedoeling.

151) *aan den anderen*, aan elkaar.

152) Het is inderdaad moeilijk om de anatomie van vlooien *in copula* te bestuderen. De techniek die nu gebezigd wordt is het diepvriezen van paartjes *in copula*, waarna de aldus gedode en gefixeerde insecten in 96% alcohol worden overgebracht om dan na verdere behandeling als microscopisch preparaat ingesloten te worden. [Sm.]

153) *sonder eenige vertoevinge*, onverwijld.

154) *spelletje*, speldje.

155) Tussen *sijn* en *alwaar* is in A abusievelijk een N gedrukt.

156) *stel ik vast*, meen ik stellig.

157) Dit slaat dus op L.'s *Fig: 7.*

some thickening or knot, which grew bigger during the copulation, as a result of which it remained stuck in the Female Organ [48]).

After I had been pondering for a while how I was to cut off the abdomen of the Male, or of the Female, or perhaps of both, without their being able to jump away from me, I carried out my plan, and I first cut off the abdomen of the Female and immediately afterwards also that of the Male, and thus the two parts were separated, which was not my intention, because I wished to keep the two abdomens together [49]). And since I was now worried lest, while I did this, the Male might have drawn its Male Organ into its Body, I immediately and very gently inserted the point of a tiny pin into the cut-off Body of the Male, and I then placed it before the magnifying glass and ordered a small portion thereof to be drawn.

Fig. 12. I assumed LMN to be the Male Organ of the Flea, N [50]), where at M will be seen the knotty part of the Male Organ, and I also assumed that without such a part the Flea could not remain joined to the Female; nay, what is more, that this knot begins to swell and grow bigger during copulation, just as happens when Dogs are copulating. On the said Organ, between L and N, there are two long parts covered with little hairs, which I assume to be those parts which, in Fig. 4, are indicated in the Pupa by E. And these parts could not be seen in the Flea in the drawing, because, as I definitely assert, the Flea in the drawing was a Female, whilst the Pupa was to become a Male Flea; moreover, the said parts lie so close to the body, as well as being retracted, that they can seldom be seen [51]).

fig. LIV. *♂ sexual organs.*

fig. XLVI.

P and Q in the said Fig. 12 indicate two different parts, which are not seen in the Flea when it is alive, for just as the latter, when it does not want to use the supposed Male Organ, draws it into its body, so likewise it puts the parts P and Q against L, and as a result they cannot be seen.

fig. LIV.

---

[48]) Judging by the relatively few data that are known about the copulation of other species of fleas, L.'s observations concerning the copulation of the human flea appear to be remarkably accurate. It is very curious indeed that so far no other particulars about the copulation of *Pulex irritans* have been published. [Sm.]

[49]) It is indeed difficult to study the anatomy of fleas *in copula*. The technique now employed consists in deep-freezing pairs *in copula*, upon which the insects thus killed and fixed are placed in 96% alcohol and, after further treatment, are mounted on slides. [Sm.]

[50]) The *N* is a printing error; in C the letter is not found. Probably there should have been a comma in this place.

[51]) This refers to L.'s *Fig. 7*. *fig. XLIX.*

Ik hebbe een vande twee laatst geseyde deelen, in een ander Vloo, naakter [136]) konnen voor de oogen stellen, ende dat deel mede laten afteykenen, op dat [159]) de wonderbare maaksels vande geseyde deeltjens, met hare Ledekens, des te beter soude komen te sien.

fig. LV en LIV. Fig: 13. RST. vertoont een vande twee Leden, of deelen, die in Fig: 12. met PQ. sijn aangewesen, waar aan men komt te sien, niet alleen de menigte van hairtjens die op het buytenste deel als RS. komen te vertoonen, maar ook de Ledekens waar mede het deel dat binnewaarts leijt, versien is.

Vorders heb ik my niet vergenoegt gehouden, met het Mannelijk Lid inde hier vooren verhaalde Vloo te sien, maar ik hebbe naderhand verscheyde Vloon van het Mannelijk geslagt genomen, ende daar mede insgelijks gehandelt, en meest doorgaans [160]) het Mannelijk Lid daar uyt gebragt, en een vande selvige laten afteykenen, om dat aldaar de hier vooren verhaalde deeltjens, beter in 't oog quamen.

fig. LVI. Fig: 14. word met YZA. mede het Mannelijk Lid aangewesen, ende daar
fig. LIV. met VWX. vertoont, de twee deelen die in Fig: 12. tusschen PQ. sijn afgeteykent, van welke het eene deel VW. men wat op sy komt te sien, ende het andere deel WX. komt klaar voor de oogen te staan.

Wanneer nu dese geseyde deelen VWX. in haar rust leggen, ende [161]) die niet en komt te sien, soo beelt ik my in, dat deselve voor't geheel ofte een gedeelte de plaats bedekken, daar de excrementen [a]) geloost werden, en welke
fig. LVI. plaats men in Fig: 14. ontrent X. komt te sien [162]).

fig. LIV. Gelijk nu in Fig: 12. NOP. een gedeelte van het agterlijf vande Vloo is,
fig. LVI. ende NO. een gedeelte vande buyk ofte onderlijf, soo is Fig: 14. AB. insgelijks een gedeelte van het onderlijf [163]).

---

a) A: excrementen

158) *het ingebeelde Mannelijk Lid,* het deel dat naar ik veronderstel het mannelijk lid is.

159) *op dat,* lees: opdat men.

160) *meest doorgaans,* in de meeste gevallen, meestal.

161) *ende,* lees: en men.

fig. LVI. 162) Het anale segment ligt inderdaad nabij *X* in *Fig: 14.* [Sm.]

fig. LIV en LVI. 163) *Fig: 12, LMN,* geeft de door L. gedeeltelijk uit het abdomen getrokken aedeagus weer, zo ook *Fig: 14, AZY* (deze techniek wordt nog toegepast om de studie der aedeagus te vergemakkelijken); vgl.
afb. 24. afb. 24. L.'s conclusie, dat dit het intromitterende orgaan is, is juist. Evenwel kan het *knoopagtige deel,* d.i. het verwijde einddeel van de aedeagus, niet opzwellen. Het mannetje van de mensenvlo houdt het wijfje tijdens de copulatie vast met behulp van de tangen van de parameren, hoewel de aedeagus zich ook door middel van een bepaald haakvormig skleriet kan verankeren in de vagina. De *twee lange deelt-*
fig. LIV en LVI. *gens met hairtgens beset* (*Fig. 12, N,* en *Fig: 14, A*) zijn de twee smalle distale armen van het negende
afb. 23. sterniet (zie afb. 23). Terecht merkt L. op, dat de afgebeelde vlo, *Fig: 7,* een vrouwtje is, maar de pop
fig. XLVI, XLVIII, XLIX, LIV-LVI en LVIII. (*Fig: 4* en *6*) is eveneens een vrouwelijk exemplaar; de twee kleine uitsteeksels (*Fig: 4, E,* en *Fig: 6, T*) aan het achterlijfseinde bevatten de alleen bij vrouwtjes voorkomende anale styletten. *Fig: 12, PQ,* toont een van de twee parameren, welke de eigenlijke hechtorganen zijn. Beide parameren zijn getekend in *Fig: 14, VWX;* elke parameer heeft bij *Pulex irritans* aan de binnenzijde twee zgn. telomeren, welke tijdens de copulatie als tang fungeren en door L.'s tekenaar opmerkelijk nauwkeurig zijn afgebeeld in *Fig: 13* (welke overigens op de kop staat); vgl. afb. 23. Inderdaad zijn de parameren vóór en tijdens de copulatie opgericht (als in *Fig: 12* en *14*); de normale stand is weergegeven in *Fig: 16, M* (dit achterlijf is tamelijk ineengeschrompeld, omdat L. de vlo gedood heeft door verhitting). [Sm.]

I have been able to place one of the two last-mentioned parts more clearly before my eyes in another Flea, and I also ordered that part to be drawn, in order that the wonderful structure of the said parts, with their little Joints, might be seen the better.

Fig. 13. RST shows one of the two Parts which are indicated in Fig. 12 by P and Q, in which can be seen not only the numerous little hairs appearing on the outermost part, namely RS, but also the little Joints with which the part lying inside is equipped. *figs LV and LIV.*

Furthermore I was not satisfied with seeing the Male Organ in the aforesaid Flea, but later on I took several Fleas of the Male sex and treated them in the same way; and in most cases I removed the Male Organ therefrom and had one of them drawn, because the parts described before were better visible there.

Fig. 14. YZA again indicates the Male Organ, while there VWX shows *fig. LVI.* the two parts which have been drawn in Fig. 12 between P and Q, of which *fig. LIV.* the one part, VW, is seen a little from aside, while the other part, WX, appears straight in front.

Now when the said parts VW and WX are at rest and cannot be seen, I assume that they wholly or partly cover the place where the excrements are voided, which place is seen in Fig. 14 near X [52]). *fig. LVI.*

Now just as NOP in Fig. 12 is a portion of the abdomen of the Flea and *fig. LIV.* NO a portion of the belly or lower part, in Fig. 14 AB is likewise a portion of *fig. LVI.* the lower part [53]).

---

[52]) The anal segment is shown indeed near *X* in *Fig. 14*. [Sm.] *fig. LVI.*

[53]) *Fig. 12, LMN,* and *Fig. 14, AZY,* show the aedeagus, which had been partially extracted from *figs LIV and* the abdomen by L. (this technique is still being applied to facilitate the study of the aedeagus); *cf.* *LVI.* ill. 24. L.'s conclusion that this is the intromittent organ is correct. However, the *knotty part, i.e.* the *ill. 24.* widened apical part of the aedeagus, cannot dilate. The male of the human flea holds the female during copulation by means of the pincers of the parameres, although the aedeagus can also anchor itself in *figs LIV and* the vagina with the aid of a certain hook-like sclerite. The *two long parts covered with little hairs* (*Fig. 12, N,* *LVI.* and *Fig. 14, A*) are the two narrow distal arms of the ninth sternum (see ill. 23). L. rightly remarks *ill. 23.* that the flea of *Fig. 7* is a female, but the pupa (*Figs 4* and *6*) is also a female specimen; the two small *figs XLVI,* projections (*Fig. 4, E,* and *Fig. 6, T*) at the end of the abdomen contain the anal stylets only found in *XLVIII, XLIX,* females. *Fig. 12, PQ,* shows one of the two parameres, which constitute the clasping organs proper. Both *LIV-LVI* parameres are shown in *Fig. 14, VWX*; in *Pulex irritans* each of the parameres bears on the inner side *and LVIII.* two so-called telomeres, which serve as pincers during copulation and which have been drawn remarkably accurately by L.'s draughtsman in *Fig. 13* (which, however, is turned upside-down); *cf.* ill. 23. Before and during copulation the parameres are indeed erected (as in *Figs 12* and *14*); the normal position is shown in *Fig. 16, M* (this abdomen is rather shrivelled, because L. had killed the flea by heating it). [Sm.]

fig. LVI. Inde geseyde Fig: 14. komt men aan A. maar een lang deeltje, dat met hairtjens beset is te sien, en welke deel voor een kleyn deeltje op het Mannelijk *fig. LIV.* Lid leyt, daar [90]) men in Fig: 12. twee soodanige deeltjens siet leggen; hier van is de reden, alleen, dat het tweede deeltjen, het gesigt ontwykt.

♀ geslachts-organen. Wyders hebbe ik genomen verscheyde Vloon van het Vrouwelijk geslagt, om was het mogelijk het Vrouwelijk Lid te ontdekken; dog wat devoren ik aanwende [164]), soo en hebbe ik daar ontrent mijn genoegen niet konnen vinden [165]).

Ik hebbe egter [141]) het agterlijf vande Vloo, na dat ik het selvige een weynig hadde uyt geset, want sonder sulks, was het ware gestalt niet te bekennen, laten afteykenen.

fig. LVII. Fig: 15. CDEFG. is een gedeelte van het agterlijf vande Vrouwelijke Vloo, EF. beelt ik my in dat het Vrouwelijke Lid is, DE. is een deeltjen dat met verscheyde hairtjens is beset, en welk deel ik my inbeelde de uyt gang vande excrementen te syn, om dat wanneer ik de Vloo quam te drukken, daar een droppelken bloet uit quam. Boven dat het geseyde deeltjen dat [166]) met veel hairtjens is beset, syn in't selvige nog te kennen twee en ook wel drie Ledekens, die kort en niet dik syn, en uyt yder vande selve Ledekens komen twee hairtjens, waar van de eene boven de andere in lengte uyt steekt, die ook den Teykenaar in het geseyde deel tusschen DE. heeft aangewesen [167]).

Dit geseyde harige deel heb ik weynig komen te sien, als de Vloo ongeschonden was, maar als ik die hadde gequest, dan quam ik wel te sien, dat hy het quam te bewegen, als opwaarts heffende en neerwaarts drukkende, even als of hy de plaats daar de excrementen geloost werden, daar mede quam te dekken. *Houding bij copulatie.* Dus verre myne aantekeningen op het papier gestelt hebbende, quam my weer ter hant een glaasje waar in opgeslooten waren twee Mannekens en vier Wyfkens, en sag dat twee van deselvige versamelt waren, ende sag als doen mede dat het Manneken onder, en het Wyfke boven was, ende dat het Manneke syn voorste Pooten, met de agterste Pooten van het Wyfke in 't voortloopen gelyk quamen, ende daar benevens dat niet alleen het agterlyf van het Manneken als krom geboogen synde tot soodanige versameling gemaakt was, maar dat meer is, dat het Mannelijk Lid soo geschikt [168]) was dat het niet neerwaarts maar opwaarts moste steeken, ende dat het Manneken, inde versameling niet op het Wyfke moste klimmen, maar het Wyfke sig over het Manneke moste stellen contrarie andere Dieren. Ende dat sonder sulks, de versameling van de Vloon niet wel en soude konnen geschieden, ende als wy daar op sullen komen *fig. LIV en LVI.* na te sien, de Fig: 12. ende 14. wat deel dat de buyk is, en hoe dat het Mannelyk Lid opwaarts staat soo sullen wy, een beter begryp van het selvige konnen

---

[164]) *wat devoren ik aanwende*, hoe ik mijn best deed.

[165]) *mijn genoegen ... vinden*, tot mijn voldoening slagen.

[166]) *dat* is overtollig. Men leze: Behalve dat het genoemde deeltje met veel haartjes begroeid is, zijn daarop nog waar te nemen ... enz.

fig. LVII. *afb. 25.* [167]) Tussen *E* en *F* in *Fig: 15* ligt de (niet geheel nauwkeurig en te klein getekende) opening van de genitale kamer van het wijfje. L.'s interpretatie van *DE* als bevattende de anus is eveneens correct, want *DE* is het anale segment; vgl. afb. 25. De twee (niet drie) *Ledekens* zijn de anale styletten, welke geplaatst zijn op het dorsale deel van het anale segment (zie afb. 25). De functie van de anale styletten is onbekend. [Sm.]

[168]) *geschikt*, geplaatst.

In the said Fig. 14, at A, only one long part is seen, which is covered with little hairs and of which part a very small portion lies on the Male Organ, whilst in Fig. 12 two such parts are seen. The reason for this is merely that the second part escapes our sight. *fig. LVI.* *fig. LIV.*

Furthermore I took several Fleas of the Female sex, in order to discover, if possible, the Female Organ; but although I took great pains, I was unable to satisfy myself about this. *♀ sexual organs.*

However, I ordered the abdomen of the Flea to be drawn, after I had slightly distended it, for without this the true figure could not be recognized.

Fig. 15. CDEFG is a portion of the abdomen of the Female Flea. I assume EF to be the Female Organ; DE is a part which is covered with several little hairs, which part I assume to be the outlet for the excrements, because when I pressed the Flea, a droplet of blood came out of it. Apart from the fact that the said part is covered with many little hairs, there can also be recognized therein two and sometimes three small Joints, which are short and not thick, and from each of these small Joints there come two little hairs, of which one is longer than the other and which the Draughtsman has also indicated in the said part between D and E [54]). *fig. LVII.*

I have not often been able to see this said hairy part when the Flea was undamaged, but when I had injured it, I saw that it moved it about, lifting it and pressing it down as it were as if it thus covered the place where the excrements are voided. When I had thus far put my notes on paper, another glass tube came into my hands, in which were enclosed two Males and four Females. And I saw that two of them were copulating, and I then saw also that the Male was underneath and the Female above, and that as they walked the Forelegs of the Male moved in step with the hind Legs of the Female, and moreover that the abdomen of the Male, being bent, was made for such copulation, but – what is more – that the Male Organ was placed in such a way that it was bound to extend not downwards but upwards, and that the Male, during the copulation, did not have to climb on to the Female, but the Female had to straddle the Male, contrary to other Animals. And that, without this, the copulation of the Fleas could not very well take place. And if we look at this more closely in Figs 12 and 14, namely what part is the belly and how the Male Organ stands erect, we shall be able to have a better understanding *Position during copulation.* *figs LIV and LVI.*

---

[54]) The opening of the genital chamber of the female is situated between *E* and *F* in *Fig. 15* (the opening is too small and not quite accurate in this figure). L.'s interpretation that *DE* contains the anus is also correct, for *DE* is the anal segement; *cf.* ill. 25. The two (not three) *little Joints* are the anal stylets, which are placed on the dorsal part of the anal segment (see ill. 25). The function of the anal stylets is unknown. [Sm.] *fig. LVII.* *ill. 25.*

hebben, en gelyk ik hier vooren geseyt hebbe [169]), dat ik my maar inbeelde [170]) het aangeroerde [171]) deel een Mannelyk Lid te syn, soo heb ik my naderhant ten genoegen [172]) konnen verseekeren, dat het een Mannelyk Lid is.

Bouw van het ♂ geslachtsorgaan.
fig. LIV en LVI.

Myn voornemen was hier mede af te breeken, maar om dat het agterlyf van de Mannekens Vloon Fig: 12. ende 14. door het uitbrengen van het Mannelyk Lid, een weynig van haar regte Maaksel zyn afgebragt, soo hebbe ik uit verscheide Mannekens een uit gekosen, wiens agterlijf door schijnenste was, op dat den Teikenaar eenige van de menigvuldige Aderen, die daar in te sien waren, soude na volgen, dese Vloo soo als hy voor het vergrootglas stont, leefde nog een weinig, en ik sag dat het Mannelijk Lid diep in 't Lighaam nog met een knoopagtig deel was versien, waar uit ik my inbeelde, dat de Vloo sijn Mannelijk Lighaam soo verre uit zyn Lighaam konde brengen, tot dat de geseide inwendige knoop, by na tot aan 't uiterste van de [173]) desselfs Lighaam quam.

fig. LIV en LVI.

Dese Vloo bragt ook sijn Mannelijk Lid, verscheide maal voor een kort gedeelte, uit, en in zyn Lighaam, welk Lid in 't uitkomen dan passeerde door of tusschen de twee deelen die in Fig: 12. met PQ. ofte in Fig: 14. met VWX. werden aangewesen, en in die doorgang, verandert het knoopagtige deel van figuur, want dan sag ik op twee bysondere [10]) plaatsen, onder aan het knoopagtige deel van het Mannelyk Lid, uitschieten, twee lange Ledekens, die ontrent vier maal soo lang als dik waren, en welkers lengte ontrent was, als het Mannelijk Lid beneden de knoop dik is, en wanneer de Vloo het Mannelyk Lid weder in 't Lighaam begon te halen, soo wierde de verhaalde Leden die schuyns nederwaarts wierden uitgestoten, weder inwaarts getrokken, daar benevens wiert te gelyk nog een derde deeltje of Lid uit het Mannelyk Lid gestooten, soo als het door de geseide deelen wiert gevoert, dit uitgestoote Lid, quam seer na van lengte en dikte over een, met de hier vooren verhaalde Leden, en welke laatste Lid seer na regt om hoog wiert uit gestooten, en ook met het inhaalen van het Mannelijk Lid, weder inwaarts gebragt. Dit siende nam ik in gedagten [174]), of door dit laatste uitschietende Lid, niet wel het Mannelijk zaat mogt gevoert werden [175]).

fig. LVIII.

Fig: 16. HIKLMN. is het agterlyf van de laatst verhaalde Mannelijke Vloo, die ik door een meer als gemene [176]) en schielyke warmte, soo verre hadde gedoot, dat [177]) niet bequaam was, om weg te springen, op dat dus de Vloo ongeschonden voor het vergroot glas soude staan. KL. is een gedeelte van de rug, ofte bovenlijf van de Vloo.

---

[169]) Zie blz. 238.

[170]) *inbeelde*, dacht, veronderstelde.

[171]) *aangeroerde*, besproken.

[172]) *ten genoegen*, tot mijn tevredenheid.

[173]) *de* is overtollig.

[174]) *nam ik in gedagten*, overwoog ik.

[175]) Het inwendige *knoopagtige deel van het Mannelyk Lid* is de in het midden van het abdomen gelegen tweedelige spiraal, welke de penis verstevigt. De *twee lange Ledekens* moeten de twee distale armen van het negende sterniet geweest zijn. Het *derde deeltje of Lid* kan niet anders dan de eigenlijke penis zijn; dit is een van L.'s opmerkelijke waarnemingen en gevolgtrekkingen. [Sm.]

[176]) *meer als gemene*, buitengewoon grote.

[177]) *dat*, lees: dat hij.

thereof. And while I said heretofore [55]) that I merely assumed the part discussed to be a Male Organ, I have afterwards been able to satisfy myself that it was a Male Organ.

It was my intention to stop here, but because the abdomens of the Male Fleas (Figs 12 and 14), owing to the Male Organ being thrust out, were transformed a little from their normal structure, I selected among several Males one whose abdomen was the most transparent, in order that the Draughtsman might depict some of the manifold Arteries that were to be seen therein. This Flea, as it was fixed before the magnifying glass, was still alive, and I saw that deep inside the Body the Male Organ was also equipped with a knotty part, from which I concluded that the Flea could thrust its Male Organ out of its Body until the said internal knot reached the terminal part of its Body.

Structure of the ♂ sexual organ.

figs LIV and LVI.

This Flea also brought a short portion of its Male Organ several times out of and into its Body, and this Organ, in coming out, then passed through or between the two parts which are indicated in Fig. 12 by P and Q, or in Fig. 14 by VW and WX. And during this passage the knotty part alters its form, for I then saw in two different places, on the underside of the knotty part of the Male Organ, two small long Parts shooting out, which were about four times as long as they were thick and whose length was about the same as the thickness of the Male Organ below the knot. And when the Flea began to draw the Male Organ back again into the Body, the said Parts, which had been thrust out obliquely downwards, were drawn in again, while in addition and at the same time another third small part or Member was thrust out of the Male Organ as it was carried through the said parts. This thrust-out Member corresponded very closely in length and thickness to the aforesaid Parts, and this latter Member was thrust out very nearly straight upwards and was also brought inwards again as the Male Organ was drawn in. On seeing this, I wondered whether the Male seed might not be conveyed through this latter thrust-out Member [56]).

figs LIV and LVI.

Fig. 16. HIKLMN is the abdomen of the last-mentioned Male Flea, which I had so far deadened by extraordinary and sudden heat that it was incapable of jumping away, in order that the Flea might thus be placed undamaged before the magnifying glass. KL is a portion of the back, or the upper part of the body of the Flea.

fig. LVIII.

---

[55]) See p. 239.

[56]) The internal *knotty part of the Male Organ* is the double spiral, which is situated in the middle of the abdomen and which supports the penis. The *two small long Parts* must have been the two distal arms of the ninth sternum. The *third small part or Member* can only have been the true penis; this is one of L.'s remarkable observations and deductions. [Sm.]

NHI. is een gedeelte van het onderlijf ofte buyk van de Vloo ende HO. is een gedeelte van de Poot die hier quam te vertoonen [178]), waar aan men nu klaar komt te sien, dat het agter-lyf alhier aangewesen, gans daar toe gestelt [179]) is, om het Mannelyk Lid niet na beneden-waarts, ofte regt uit, maar opwaarts te voeren, ende dat het Wyfke boven het Manneken in de versameling moet geplaatst sijn.

Aan M. komt men te sien een klein gedeelte van het Mannelyk Lid, dat de Vloo voor een weinig gedeelte uyt sijn lighaam heeft gebragt, en alsoo is [180]) gestorven.

Dat men hier het knoopagtige deel van het Mannelyk Lid niet naakter [136]) komt te sien, is alleen, om dat het van de leden waar tusschen het in 't uit stooten van het selvige passeert voor een gedeelte bedekt is.

Bouw van de volwassen larve.

Wyders hebbe ik een Vloo-Worm [36]) die byna volwassen was, aan twee stukken gesneden, en yder deel voor soodanige vergroot-glas gestelt, als waar door de Worm, soo als hy uit het Ey was gekroopen, is afgeteikent [181]), met die insigte [182]), soo ik de gantsche Worm voor een glas hadde gebragt, den Teikenaar om desselfs beweginge, die figuur niet en soude kunnen navolgen [86]).

fig. LIX.

Fig: 17. ABCD. vertoont het hooft ende drie leden van de Vloo-Worm welk gedeelte van de Worm ik wel regt over einde hadde gestelt; maar eer ik het den Teykenaar ter hant stelde, soo liet dat gedeelte van de Worm sijn hooft soo op een syde hangen, als hier met ABC. wert vertoont, hoe wel dat gedeelte sig nog wel een ure tyd beweegde, en [183]) veelmaal in die tyd het hooft ophefte [88]).

fig. LX.

Fig: 18. EFG. vertoont de vier agterste leden van de hier vooren verhaalde ontstukken gesnede Vloo-Worm, waar aan men niet alleen naakt komt te sien, de werktuygen aan F. waar mede de Worm aan het agterlijf versien is, maar men komt daar ook te bekennen, de plaats daar de excrementen geloost werden [88]).

Voortbeweging van de larve.
fig. LIX.
fig. LX.

Gelyk nu de Vloo-Worm met geen ander werktuigen [124]) waar mede hy moet voortloopen en is versien, als de ledekens die Fig: 17. ontrent D. aan het hooft, ende aan het agterlyf Fig: 18. aan F. heeft, soo komen deselve in 't voortloopen seer te hulp, de menigvuldige hairtgens waar mede het lighaam beset is, dog soodanigen dienst als hem die in 't voortloopen doen, nog grooter ondienst doen de hairen de Worm, als deselve een weynig vogtige stoffe ontmoet, ja een honderste gedeelte van de vogtige excrementen die een Vloo in eens [184]) quyt wert, leggende aan een glas, dat de vogt niet kan innemen, is stoffe genoeg, om de hairtgens van de Worm, daar in soodanig te kleven,

---

[178]) *quam te vertoonen*, te zien was.

[179]) *daar toe gestelt*, met dat doel zo gebouwd.

[180]) *alsoo is*, lees: zo is hij.

fig. XLIII en LIX.

[181]) Dit slaat op L.'s *Fig: 1*. Waarschijnlijk bedoelt L., dat *Fig: 1* en de hierna volgende *Fig: 17* dezelfde vergroting hebben.

[182]) *met die insigte*, uit deze overweging, dat.

[183]) *en*, lees: en hij.

[184]) *in eens*, in een keer.

NHI is a portion of the lower part or belly of the Flea, and HO is a portion of the Leg that could be seen here, from which it can now be clearly seen that the abdomen, indicated here, is wholly made for the purpose of directing the Male Organ not downwards, or straight forward, but upwards, and that the Female must be placed above the Male during the copulation.

At M can be seen a small portion of the Male Organ, which the Flea has thrust a short distance out of its body, and in this position it died.

That the knotty part of the Male Organ is not seen more clearly here is only because it is partly covered by the parts between which it passes as it is thrust out.

I furthermore cut a Flea-Worm which was almost fullgrown in two pieces, and placed each part before the same kind of magnifying glass as that through which the Worm, as it had crawled out of the Egg, was drawn [57]), because I considered that if I had placed the whole Worm before a magnifying glass, the Draughtsman, because of its movements, would not have been able to draw that figure. *Structure of the adult larva.*

Fig. 17. ABCD shows the head and three joints of the Flea-Worm, which part of the Worm I had indeed placed quite erect; but before I handed it to the Draughtsman, that part of the Worm let its head hang on one side as shown here by ABC, although that part still moved for about an hour, and in that time often raised its head [27]). *fig. LIX.*

Fig. 18. EFG shows the four terminal joints of the aforesaid Flea-Worm, which had been cut to pieces, on which can clearly be seen not only the organs at F with which the Worm is equipped at its abdomen, but also the place where the excrements are voided. *fig. LX.*

Now since the Flea-Worm has no any other organs with which to walk than the little members which in Fig. 17 it has at the head near D, and in Fig. 18 at the abdomen at F, its walking is greatly aided by the manifold little hairs with which the body is covered; but although they serve it in this way as it walks, the hairs render the Worm an even greater disservice when it comes across moist substance. Nay, one hundredth part of the moist excrements voided by a Flea at one time when lying against a tube which, because it is glass, cannot absorb the moisture, is sufficient for the little hairs of the Worm to *Locomotion of the larva.* *fig. LIX.* *fig. LX.*

---

[57]) This refers to L.'s *Fig. 1.* Probably L. means that *Fig. 1* and the next figure, *Fig. 17*, have the same magnification. *figs XLIII and LIX.*

dat [185]) niet alleen een Worm het voortkruypen belet, maar de Worm daar in komt te sterven, uit oorsaak dat hy sig selven daar uit niet kan redden [186]).

Bestrijding van vlooien.

Sien wy nu ook hoe weinig vogt de Vloo-worm kan verdragen, soo moeten wy vast stellen [55]), dat de plaatsen daar seer veel Vloon sijn, dat men de Vloo-wormen door het besprengen [186]) of gieten van water [187]), soo op Solder, of Vloeren veel Wormen kan dooden, en by gevolg de Vloon na die tijd sullen verminderen [188]).

Paring van vlooien.

Om dat Hare Hoog Ed: een beter concept [189]) van de versameling [147]) van de Vloon souden hebben, soo heb ik op nieuw weder last gegeven, dat men in glaasjens, alle de Vloon die men quam te vangen, soude opsluyten. Men brengt dan tot my op den 20 September in een glaasje twee Vloon dat Wijfkens waren, als ook mede lag in 't glaasje een doode Vloo, ende des anderen daags brengt men tot my een tweede glaasje, waar in een Mannekens Vloo was, na dat dit Manneken ontrent 6 uuren in een apart glaasje hadde opgeslooten geweest doe ik het Manneke, by de twee hier vooren verhaalde levende ende het doode Wijfke bragt [190]).

Soo ras en was nu het Manneke by de Wijfkens niet, of het boog sijn agterlijf nog krommer na bovenen toe als het was, en bragt te gelijk het Mannelyk Lit uit sijn lighaam, en waar dat het met desselfs agterlyf het lighaam van het Wijfke maar quam aan te raaken, al was het selfs aan het hooft van het Wijfke, en dat met sulke vaardigheit [129]) en sig doorgaans [191]) verplaatsende en soekende na het Vrouwelijke Lit, dat ik'er over verstelt stont, en in dit doen raakten hy verscheide maal van het Wyfje af, en schoon hy het doode Wyfje quam aan te treffen, soo was hy dat selve soo vast houddende en trachte met deselve te versamelen, als of hy een levend Wyfje voor hadde. Ik dede dan veel devoiren [192]) om hem van het doode wyfje af te krygen, ende het selvige aan een syde [193]) te doen, dat ik na verloop van ontrent vijftien minuiten tijts te weeg bragt. Na welke tyt het Manneke nu met de eene ende dan met het andere wyfje doende was, om te versamelen, en schoon het Manneke niet onder het wyfje maar daar benevens aan was, soo boog hy egter syn lighaam soo na het agterlyf van het Wyfje, dat ik veelmaal dagt dat hy soo versamelen soude, in

---

[185]) *dat*, dat dit.

[186]) Dit is een kwestie van vastkleven in opdrogende faeces. Anderzijds heeft een te hoge (of te lage) relatieve luchtvochtigheid een lethale invloed op vlooienlarven. [Sm.]

[187]) *dat de plaatsen ... water*, lees: dat men op de plaatsen waar zeer veel vlooien zijn, door het sprenkelen of gieten van water.

[188]) Het nat opnemen van houten vloeren bleef een algemeen toegepaste methode in de bestrijding van vlooien. [Sm.]

[189]) *concept*, denkbeeld, voorstelling.

[190]) De constructie van deze zin deugt niet. De bijzin *na dat ... geweest* schijnt te behoren bij het eerste deel van de zin, maar heeft in feite betrekking op het laatste deel, ook al sluit dit op een verkeerde manier erop aan. Men leze daarom vóór *na dat* een puntkomma en vervolgens: na dat dit Manneken ontrent 6 uuren in een apart glaasje hadde opgeslooten geweest bragt ik het by ... enz. Deze interpretatie stemt overeen met de Latijnse vertaling.

[191]) *doorgaans*, voortdurend.

[192]) *devoiren*, pogingen.

[193]) *aan een syde*, opzij.

get stuck therein so firmly, that this not only prevents the Worm from crawling along, but the Worm will die in it, because it cannot escape [58]).

Killing of fleas.

Now when we see how little moisture the Flea-worm can bear, we must assume for certain that in places where there are very many Fleas many Flea-worms can be killed by the spraying or pouring of water in Lofts or on Floors, and that as a result the Fleas will afterwards decrease in numbers [59]).

Copulation of fleas.

In order that Your Honours may have a better notion of the copulation of Fleas, I once again gave orders that all the Fleas might be caught should be enclosed in glass tubes. On the 20th of September I was brought, in a glass tube, two Fleas which were Females, and in addition there lay a dead Flea in the tube, and the next day I was brought a second tube, in which there was a Male Flea. After this Male had been enclosed in a separate tube for about 6 hours, I placed the Male with the two aforesaid living Females and the dead Female.

Now as soon as the Male was with the Females, it bent its abdomen even further upwards than it was, and at the same time thrust the Male Organ out of its body, wherever it happened to touch the body of the Female with its abdomen, even if it were at the head of the Female; and that with such alacrity, and continually moving about and seeking the Female Organ, that I was dumbfounded. And in this process it frequently got separated from the Female, and even if it happened to come across the dead Female, it hung on to it as tightly, trying to copulate with it, as if it had to do with a living Female. I then took great pains to get it away from the dead Female, and to move it aside, in which I succeeded after about fifteen minutes. After this time the Male was trying to copulate now with one, now with the other female, and although the Male was not underneath the female, but by its side, yet it bent its body so towards the abdomen of the Female that I often thought it would

---

[58]) This implies that the larvae stick to drying faeces. On the other hand, too high (or too low) a relative humidity of the air can be lethal to flea larvae. [Sm.]

[59]) Swabbing up wooden floors with water remained a popular method in the control of fleas. [Sm.]

welk doen ik niet en konde bekennen dat de wyfjens genegen tot de versameling waren, maar meest doorgaans [160]) tragten, van het Manneken ontslagen te zyn, dog hy was deselve al te seer vast houdende.

De bewegingen die het Manneke wel een half uure tyds agter den anderen [64]) quam te maken, was soo onvermoeyelijk, en met soo een groote luxurieusheit [194]), als men in eenig beest soude konnen sien; ja ik geloof dat [195]) een Hengst, of Hond dat al van de hittigste dieren syn, soodanige beweginge ontrent de teelinge, met hare lighamen soude moeten maken, dat sy eer 't einde van een half uure, als voor doot ter aarde souden vallen.

Eindelyk raakt het manneke onder het wyfje, en het brengt sijn mannelyk lid hoog opheffende in het vrouwelyke lid, sonder dat ik sien konde dat het wyfje eenige beweginge tot versameling met haar lighaam te weeg bragt, en dus raakten sy versamelt, en bleven soo stil leggen als of sy doot waren.

Hier begaf ik my tot de Plaat-snyder, en ik vertoonden hem de versameling van de Vloon, met bevel dat hy die in 't klein soude afteikenen.

fig. LXI. Fig: 19. HIKLM. vertoont de versameling van een manneke en wijfjen van de Vloo [196]).

HIK is het manneke dat soo groot was, als van tien mannekens Vloon geen een gevonden werd. Waar aan men nu naakt komt te sien, dat het lighaam van het manneke soodanig gemaakt is, dat niet het manneke in de versameling op het wijfje moet klimmen; maar dat veel eer het wyfje op of over het manneke moet komen te staan, ende dat soo doende de versameling op sijn gemakkelykst [a]) kan te weeg gebragt werden.

Ik dede een manneken en wyfje soo als die versamelt waren op een vel papier, beeldende my selven in datse dus [197]) niet magtig souden zyn om weg te springen. Dog ik bevond het contrarie mijn gedagten, want sy waren niet op het papier, of sy sprongen, soo versamelt als sy waren, soo hoog, en weg, dat hoe ik daar na sogt, ik haar niet en hebbe konnen vinden.

Ik hadde de Plaat-snyder eenige dagen hier te voren twee distincte glaasjens gegeven, om daar in op te sluiten van sijn Hont (die met veel Vloon was versien) eenige soo mannekens als wijfjens Vloon, om dat [71]) hy de versameling mogte sien, ende dus een beter concept [189]) in 't afteikenen te hebben. Dog schoon hy al tot ses maal toe sulks yder maal met vers gevangen Vloon hadde in 't werk gestelt, soo en was het hem egter [141]) niet gelukt.

---

[a]) A: gemakkelyst

[194]) *luxurieusheit*, wellustigheid.

[195]) *dat*, lees: als dat.

fig. LXI. [196]) L.'s *Fig: 19* is de enige afbeelding van mensenvlooien *in copula* in natuurlijke stand; de enig andere gepubliceerde figuur is die in J. Meisenheimer 1921: *Geschlecht und Geschlechter im Tierreiche*, Dl. 1, fig. 216, maar deze is vervaardigd naar een microscopisch preparaat, waarin de positie der vlooien niet meer geheel de natuurlijke is. L.'s aantekeningen over de copulatie zijn de eerste nauwkeurige; tot dan toe was aangenomen, dat tijdens de paring het mannetje zich boven het wijfje zou bevinden (zie bv. T. Moufet 1634: *Insectorum sive minimorum Animalium Theatrum*, blz. 276). Vgl. blz. 240, aant. 148 van deze brief. [Sm.]

[197]) *dus*, in die toestand.

copulate like that. While the Male was doing this, I could not see that the females were inclined to copulate, but in most cases they tried to get rid of the Male, but it was already holding on too tightly to them.

The movements which the Male made for about half an hour at a stretch were as indefatigable and as lustful as one might see in any beast whatsoever; nay, I believe that if a Stallion or a Dog, which are among the most hot-blooded animals, had to make such movements with their bodies during copulation, they would drop down dead before the end of half an hour.

At last the male got underneath the female, and it thrust its male organ, erecting it, into the female organ, without my being able to see whether the female made any copulating movement with its body, and thus they copulated and lay motionless as if they were dead.

I then went to the Copperplate Engraver, and I showed him the copulation of the Fleas, ordering him to draw it on a small scale.

Fig. 19. HIKLM shows the copulation of a male and a female of the Flea [60]). *fig. LXI.*

HIK is the male, which was so large as not one was found among ten male Fleas. In this drawing it can clearly be seen that the body of the male has been made in such a way that the male must not climb on to the female when copulating, but the female must rather stand upon or straddle the male, and that in this way the copulation can be brought about most easily.

I put a male and a female, while they were copulating, on a sheet of paper, assuming that they would thus not be capable of jumping away. But I found it to be contrary to what I thought, for no sooner were they on the paper than they jumped, though they were copulating, so high and far away that I was unable to find them, however much I searched for them.

A few days before, I had given the Copperplate Engraver two different glass tubes, to enclose therein some male and female Fleas from his Dog (which was infested with many Fleas), in order that he might see the copulation and thus might have a better notion when drawing it. But although he had attempted this up to six times, each time with freshly caught Fleas, yet he had not succeeded in it.

---

[60]) L.'s *Fig. 19* is the only drawing of human fleas *in copula* in their natural position; the only other figure published is the one in J. Meisenheimer 1921: *Geschlecht und Geschlechter im Tierreiche,* Vol. I, Fig. 216, but this one was made from a microscopic preparation, in which the position of the fleas is no longer quite natural. L.'s notes concerning the copulation are the first accurate observations; so far it had been assumed that during copulation the male would straddle the female (see *e.g.* T. Moufet 1634: *Insectorum sive minimorum Animalium Theatrum,* p. 276). *Cf.* p. 241, note 48 of the present letter. [Sm.] *fig. LXI.*

Hier van beelde ik de reden daar van dus in; de mannekens Vloon van sijn Hont hebben overvloet van wyfjens gehad, waar mede sy veel maal hebben konnen versamelt zyn geweest, en dus opgeslooten zynde, geen meer lust tot versamelen hebben gehad: daar [90]) in tegendeel de mannekens Vloo daar hier voren van is geseit, alleen maar op een dag gevangen zynde, schoon men het bedde-goet van drie distincte slaap-plaatsen hadde doorsogt, geen ander Vloo en hadde konnen vinden, en welk mannekens Vloo, na alle apparentie nog geen wijfje heeft konnen bekomen, en uit dien hoofde, soo veel te hitsiger tot de versameling is geweest, want schoon ik hem quam te schudden ende te bewegen doen hy tragte te versamelen, soo en hadde hy egter geen rust, voor dat hy versamelt was [198]).

Beschrijving van een „kweekglaasje" voor vlooien.

Ik hebbe ook een glaasje, niet alleen waar in ik de versameling hebbe gesien, maar in welke glaasjens ik ook de Vloon heb opgeslooten, om dat [71]) sy in de selvige eyeren souden leggen, laten afteikenen, om of'er [199]) eenige Liefhebbers waren die my mogten tragten de voorteelinge van de Vloon na te volgen.

fig. LXII.

Fig: 20. NOPQ. is een glaasje, welkers holligheit van de tuba NOQ. ontrent een vierde deel van een duim was [110]).

De ronde bol OPQ. was de eene wat grooter als de andere [200]), al na dat het in 't blazen van de selvige valt. Dog ik hebbe niet meer dan twee of ook wel drie Vloon in soo een glaasje gedaan, en soo ras als die eenige Eyeren hadden geleit, heb ik de Vloon uit het glaasje gedaan, op dat de glaasjens door de excrementen van de Vloon, als ook van de uitwaasseming van deselve het glas van binnen, niet te vuil zouden maken [201]), want anders blijven de wormkens aan de drek en vogt, die in 't glas is, met haar hairtjens van haar lighaam, soo vast dat men deselve niet uit het glas kan krijgen, en soo komen te sterven.

Ik heb nu al verscheide jaren agter den anderen [64]) waargenomen dat de Vloon eyeren leggen, ende dat uit alle vrugtbare eyeren wormen komen, ende die wormen komen weder in Vloon te veranderen, gelijk ook hier te vooren meermalen is geseit.

Kritiek op Kircher's opvattingen over het ontstaan van vlooien.

Wy sien daar benevens sulken ordentelijkheit [202]), en volmaaktheit waar mede de Vloo soo begaaft is, als eenig groot dier daar aan wy met onze bloote oogen alle de leden komen te beschouwen. Sal men dan nu nog langer met dien ouden droesem beladen blijven [203])? Dat den een ons sal willen versekeren, dat de Vloon uit Sant, den anderen uit Turfmollem, weder een ander dat die uit

---

[198]) Het is ook mogelijk, dat de van een hond verzamelde vlooien tot verschillende soorten behoorden. Behalve de hondenvlo, *Ctenocephalides canis* (Curtis), kunnen bv. mensenvlooien of kattenvlooien, *Ctenocephalides felis* (Bouché), als toevalsgasten aangetroffen worden. [Sm.]

[199]) *om of'er,* voor het geval dat er.

[200]) *De ronde bol* enz., de ene ronde bol OPQ was (wel eens) wat groter dan de andere.

[201]) *maken,* vergissing voor 'worden'.

[202]) *ordentelijkheit,* ordelijkheid, het op juiste wijze geordend zijn.

[203]) *dien ouden droesem,* die oude waandenkbeelden.

I assumed the reason for this to be as follows. The male Fleas from his Dog had had plenty of females, with which they had been able to copulate many times, and being thus enclosed, they no longer cared to copulate, whilst on the other hand the male Flea spoken of heretofore, being the only one to be caught in one day, although the bed-clothes of three different sleeping-places had been searched, had not been able to find another Flea; this male Flea, in all probability, had not yet been able to get a female and for that reason was all the more eager to be copulating, for although I shook it and moved it about when it tried to copulate, yet it never rested until it had copulated [61]).

Description of a culture flask for fleas.

I also ordered a tube to be drawn in which I not only saw the copulation, but in which I also enclosed the Fleas in order that they should lay eggs therein, in case there should be any interested people who might wish to imitate me in studying the procreation of Fleas.

fig. LXII.

Fig. 20. NOPQ is a flask of which the internal diameter of the tube NOQ was about one quarter of an inch [32]).

The round globe OPQ varies in size from one specimen to another, according as it turns out during the blowing. But I put no more than two, or sometimes three, Fleas in such a flask, and as soon as they had laid some Eggs, I took the Fleas out of the flask, in order that the flasks might not get too dirty inside from the excrements as well as the exhalation of the Fleas, for then the little worms remain so firmly fixed with the little hairs of their body to the dung and the moisture which is in the flask that they cannot be removed from the flask and thus will die.

Now I have already observed for several years on end that the Fleas lay eggs, and that worms come from all the fertile eggs, and those worms in turn change into Fleas, as has also been said many times before.

Critical remarks on Kircher's views of the generation of fleas.

In addition we see such a neat arrangement and perfection with which the Flea is endowed as exists in any large animal whose members can be seen with our naked eye. Are we then to be burdened still with those old tales? One man wants to assure us that Fleas come forth from Sand, someone else,

---

[61]) It is also possible that the fleas collected from a dog belonged to different species. Besides the dog flea, *Ctenocephalides canis* (Curtis), human fleas or cat fleas *Ctenocephalides felis* (Bouché), for instance, may be found accidentally on dogs. [Sm.]

de drek van Duiven voortkomen, en als wy Kircherus in zijn Onderaartsche Werelt daar over hebben nagesien, seit dezelvige aldus [204]).

Het is ondervonden [205]) *dat de Vloon ook uit pis, en stof van de vloer vermengt, als ook uit haar eigen uitdijgzel* [206]) *voortkomen.*

Dat nu de Vloon uit de stof en pis souden geformeert werden, dat ontken ik gans, en segge, na mijn stellinge [207]) onmogelijk te sijn.

Maar dat egter [141]) uit opgeveegde stof van een vloer, Vloon voor den dag komen, dat sta ik gaarne toe [208]), maar op geen andere wijse als dese.

Sekere Kamer daar men kleine kinderen opvoet, en waar men daaglijks geen Vloon op en vangt [209]), en soo nu als dan de vloer aanveegt, ofte de vloer veegende ontrent eenige Honde-nesten, soo sullen seer ligt onder die stoffe opgeveegt werden, niet alleen jonge, en ook wel volwassene wormen, die uit de eyeren van de Vloon sijn voortgekomen; Maar men sal ook uit de reeten van de vloer konnen uitvegen de Vloo-wormen die al doende waren met spinnen, als ook die al gesponnen hadden, en in popkens waren verandert, en dus sal uit die geseide stoffe nu eenige Vloon te voorschijn komen, en eenige dagen daar na weder andere Vloon. Ja selfs zoude het konnen sijn, dat uit de Vloo-eyeren, die men ook hadde opgeveegt, wormen quamen, ende dese wormen uit de opgeveegde stoffe haar voetsel soo verre soude konnen halen, tot datse selfs [80]) weder in Vloon veranderden. Te meer, om dat ik nooit van een hond, hoe veel Vloon dat hy hadde, aan sijn lijf eenige eyeren hebbe konnen afhalen, oft komen te sien. Wanneer wy nu een groen, of ander donker couleurde kussen nemen, en leggen daar een Hond op, die Vloon heeft, (gelijk ik te meermaal hebbe gedaan) soo sullen wy bevinden, dat de Vloon hare eyeren sullen leggen, niet ontrent, of digte by de Hond, maar men sal hare eyeren aan de uitterste hoekken ende in de naaden van het kussen vinden, de welke dan ligt sijn te bekennen, uyt de wittigheit van de eyeren.

Nog verder seyt Kircherus aldus:

Ik heb uyt de Vloo-neten, een groote meenigte Vloon sien voortkomen, die eerst wit sijn, dog in 't korte swart werden: Het selfde zy van de Luysen, en Want-Luysen gesegt.

---

[204]) De drie citaten, die in de nu volgende tekst worden aangehaald, zijn ontleend aan *d'Onder-aardse Weereld in Haar Goddelijk Maaksel en wonderbare uitwerkselen aller Dingen ... in XII Boeken naewkeurig beschreven* (1682), Dl. 2, blz. 325, de Nederlandse vertaling van het in 1665 verschenen werk *Mundus subterraneus* door ATHANASIUS KIRCHER (1602-1680). De volledige tekst luidt: *Het is ook ondervonden dat de* Vloijen *ook uit* Pis *met* stof *van de vloer gemengt, als ook uit haar eige* uitdijgsels *voortkomen; de* Vloij-neten *geven te kennen dat de Vloijen ook door teelversaming voortkomen op die wijse als van andere Ondieren is gesecht; daarom ik my verwondere dat* Aristoteles *secht, dat de Vloijen door de* teelversaming *wel iets voortbrengen, daar uit nochthans niet anders geteeld werd. Indien hy kennis van Vergroot-glasen had gehad, hy soude sulks niet gesecht hebben; want ik heb uit de* Vloi-neten *een groote menigte* vloijen *sien voortkomen, die eerst* wit *zijn, doch in 't korte* swart *werden: het selfde sy van de* Luisen *en* Wand-luisen *gesecht.*

[205]) *Het is ondervonden,* men heeft bevonden.

[206]) *uitdijgzel,* uitwerpselen.

[207]) *na mijn stellinge,* van mijn standpunt, naar mijn stellige mening.

[208]) *sta ... toe,* stem in met. L. maakt in de beide laatste zinnen een scherp onderscheid tussen *geformeert werden* uit stof, hetgeen het woord *voortkomen* in de aanhaling uit KIRCHER betekent en de mogelijke andere betekenis van *voortkomen,* nl. voor den dag komen.

[209]) *waar men daaglijks geen Vloon op en vangt,* waar men niet dagelijks vlooien vangt.

from Peat-dust, another again, from the dung of Pigeons. And when we looked up Kircherus about this in his „*Onderaartsche Werelt*", he says as follows [62]):

It has been found by research that Fleas also originate from piss, mixed with dust from the floor, as well as from their own excrements.

Now I entirely deny that Fleas could be formed from dust and piss, and I assert that in my view this is impossible.

But I am quite prepared to admit that Fleas may emerge from dust swept up from a floor, but in no other way but this:

In a particular Room where small children are brought up and where Fleas are not caught every day and the floor is swept now and then, or when the floor is swept in the vicinity of Dog-baskets, there may quite easily be swept up with that dust not only young but also adult worms which came from the eggs of Fleas, but it will also be possible that there are swept out of the chinks of the floor the Flea-worms which were already spinning their cocoons, as well as those had already spun them and had changed into little pupae, and thus some Fleas will now emerge from the said dust, and a few days later again other Fleas. Nay, it might even be that worms came out of the Flea-eggs which had also been swept up, and that these worms might be able to find their food in the swept-up dust until they themselves changed into Fleas again. This is the more possible because I have never been able to take or to see any eggs from the body of a dog, however many Fleas it might have. Now if we take a green cushion, or one of another dark colour, and we put on it a Dog which has Fleas (as I did many times), we shall find that the Fleas will lay their eggs, not near or close to the Dog, but their eggs will be found at the furthest corners and in the seams of the cushion, and they are then easily recognized, from the whiteness of the eggs.

Kircherus further says as follows:

From Flea-nits I saw a great number of Fleas emerge, which at first are white, but become black shortly afterwards. The same may be said of Lice and Bed-Bugs.

---

[62]) The three passages quoted in the following text have been taken from *d'Onder-aardse Weereld in Haar Goddelijk Maaksel en wonderbare uitwerkselen aller Dingen ... in XII Boeken naewkeurig beschreven* (1682), Vol. 2, p. 325, the Dutch translation of the work *Mundus subterraneus* by ATHANASIUS KIRCHER (1602-1680), published in 1665. The complete text, translated into English, reads as follows: *It has also been found that fleas originate also from pis mixed with dust from the floor as well as from their own excrements; the flea nits show that fleas also originate by copulation in the same way as has been said of other Beasts; I am therefore astonished that Aristotle says that fleas do produce something by copulation, but that nothing new is reproduced therefrom. If he had been acquainted with magnifying glasses, he would not have said this, for I have seen a great many fleas come forth from flea nits, which fleas are first white, but shortly after become black. The same may be said of lice and bed-bugs.*

Soo wy nu [a]) Kircherus willen gelooven, soo moeten wy vast stellen [55]), dat de Vloon in Italien [210]) van een gans ander maaksel, en voorteelinge zyn. Is 't nu sulks met de Vloon gestelt, waarom is 't in geen andere schepsels, daar wy doorgaans [74]) sien, dat yder sijns gelijk voortbrengt, het sy dan by verandering, of ter eerster instantie [211]). En al hoe wel Kircherus daar ontrent seer na dus [212]) komt te seggen, en een ander ontrent de Vloon komt te berispen [213]).

By aldien hy van vergroot-glasen was versien geweest, hy soude anders oordeelen.

Hier op moet ik seggen, dat by aldien Kircherus tot het ondersoek van de Vloon met een goet vergroot-glas en goede opmerkinge [214]) eenige weynige dagen hadde besteet, gelijk ik 'er veel mede hebbe te soekken gemaakt, hy soude ontrent de voorteelinge van de Vloon gans anders hebben gesprooken, ik laat staan de meenigvuldige fabulen van voorteelingen en andere grollen, die hy op het papier brengt en als te grabbel smijt.

Hier hebt gy Hoog Edele Heeren myne aantekeninge van de voorteelinge van de Vloo, soo als ik die in 't observeeren van de selvige hebbe aangetekent. Ik sal hier mede afbreeken, ende onder des blijven enz:

A. Leeuwenhoek.

---

a) A: nn

210) Kircher leefde en werkte sinds 1635 in Rome (*Enciclopedia Italiana di Scienze, Lettere ed Arti*, Dl. XX (1950), blz. 209).

211) *by verandering, of ter eerster instantie*, door gedaanteverwisseling of in één keer in de goede gedaante.

212) *seer na dus*, ongeveer het volgende.

213) Deze zin vormt één geheel met de aanhaling en de daarop volgende zin, ook al maakt L. met *Hier op* een nieuw begin. Wanneer men na *berispen* 'namelijk' invoegt en na *oordeelen* een komma leest, kan men voort gaan met: moet ik hier op seggen. De lezing geeft dan geen moeilijkheden meer.

214) *opmerkinge*, aandacht, opmerkzaamheid.

Now if we are to believe Kircherus, we must assume for certain that Fleas in Italy [63]) are of quite a different structure and procreation. Now if this is the case with Fleas, why is it not the same with other creatures, since we invariably see that each one produces its like, either by transformation or directly. And although Kircherus on this point speaks somewhat as follows, and rebukes someone else concerning Fleas:

If he had been equipped with magnifying glasses, he would have judged differently,

I must say that, if Kircherus had spent a few days in studying Fleas with a good magnifying glass and keen observation, just as I have lost many days doing this, he would have spoken quite differently about the procreation of Fleas, even apart from the manifold fables about procreation and other fantasies which he put on paper, and as it were scattered abroad.

Here you have, Very Noble Sirs, my notes on the procreation of the Flea, as I noted them down while examining it. With this I will break off, and meanwhile I remain, etc.

A. Leeuwenhoek.

---

[63]) Kircher lived and worked in Rome since 1635 *(Enciclopedia Italiana di Scienze, Lettere ed Arti,* Vol. XX (1950), p. 209).

Gericht aan: PETRUS RABUS.

Manuscript: Geen manuscript bekend.

GEPUBLICEERD IN:

P. RABUS 1693: *De Boekzaal van Europe* (November en December 1693), blz. 554-555 (Rotterdam: P. van der Slaart). – Nederlandse tekst van een gedeelte van de brief [A].

KORTE INHOUD:

Over de voortplanting van de vlo, emelt en mijt.

OPMERKING:

De hier afgedrukte tekst is gebaseerd op [A].

Addressed to: Petrus Rabus.

Manuscript: No known manuscript.

PUBLISHED IN:

P. Rabus 1693: *De Boekzaal van Europe* (November en December 1693), pp. 554-555 (Rotterdam: P. van der Slaart). – Dutch text of part of the letter [A].

SUMMARY:

About the procreation of the flea, the leather-jacket, and the mite.

REMARK:

The text as here printed is based on [A].

Het was mijn meening niet geweest, de *Vloo-teelt* met den druk gemeen te maken, ten ware, door uwe aanmoediginge [1]). Hier nevens gaat een afdruksel van 't gene ik daar omtrent aanmerkenswaardig hebbe nagespoort. Zoo ras en zullen mijne ontdekkingen niet gedrukt zijn, of ik zal de vryheid nemen, van UE die te laten toekomen.

Fig. I. verbeeld *enz.* Het *enz.* [2])

De *Vloo-teelt* afgedrukt zijnde, zal ik onder de Pers laten komen de voortteling van de zoo genaamde worm de *Hemelt* [3]), mitsgaders die van het kleine veragte dierke de Mijt, welkers verzameling [4]) ons niet vremder zal voorkomen, als die van de Vloo. *enz.* [5])

Delft, dezen 27 *Octob.* 1693. [6])

---

[1]) Zie voor RABUS' *aanmoediginge* de brief van RABUS aan L., van 18 augustus 1693, blz. 198 en aant. 26, in dit deel. L.'s brief over de *Vloo-teelt* is de voorgaande Brief 126 [76], van 15 oktober 1693.

[2]) Blijkbaar zond L. niet een exemplaar van de afgedrukte Brief 126 [76] aan RABUS, maar de gravure behorende bij die brief. Het drukken van de tekst van Brief 126 [76] ondervond namelijk enige vertraging, waardoor L. eerst op 8 december 1693 een gedrukt exemplaar aan RICHARD WALLER kon sturen, zie Brief 128, van 8 december 1693, blz. 266, in dit deel.

[3]) *Hemelt*, de pootloze larve van de Langpootmuggen, *Tipulidae*.

[4]) *verzameling*, paring.

[5]) Over de *Hemelt* en de mijt schreef L. in Brief 129 [77], van 20 december 1693, blz. 270-286, resp. 296-316, in dit deel.

[6]) RABUS voegde aan de publicatie van deze brief toe: *Dus zien we, dat die groote beschouwer van de verborgentheden der Nature niet nalaat aan geleerden en ongeleerden de regtschapene gesteltheid der voorttelinge door zijne kijk-glazen te vertoonen, tot verstomming van zulke, die met een verdorven vooroordeel bezeten, in spijt van de Waarheid, dollemans-kragtelijk willen staande houden, dat'er dieren uit bederving spruiten* (P. RABUS 1693: *De Boekzaal van Europe* (November en December 1693), blz. 555).

I should not have published the Procreation of the Flea if it had not been for your encouragement [1]). Enclosed herewith is a printed engraving of the noteworthy points I investigated about this. As soon as my discoveries have been printed, I will take the liberty to send them to Your Honour.

Fig. I illustrates, etc. The etc. [2])

When the Procreation of the Flea has been printed, I will have the procreation of the so-called worm, the Leather-jacket [3]) printed, together with that of the despicable little animal the Mite, the copulation of which will not appear stranger to us than that of the Flea, etc. [4])

Delft, this 27th of October 1693 [5]).

---

[1]) For RABUS' encouragement, see the letter from RABUS to L., of 18 August 1693, p. 199 and note 8, in this volume. L.'s letter on the *Procreation of the Flea* is the preceding Letter 126 [76], of 15 October 1693.

[2]) Apparently L. did not send a copy of the printed Letter 126 [76] to RABUS, but an engraving to accompany this letter. In fact, the printing of the text of Letter 126 [76] was somewhat delayed, in consequence of which it was not until 8 December 1693 that L. could send a printed copy to RICHARD WALLER; see Letter 128, of 8 December 1693, p. 267, in this volume.

[3]) *Leather-jacket*, the legless larva of the crane-flies, *Tipulidae*.

[4]) About the *leather-jacket* and the mite L. wrote in Letter 129 [77], of 20 December 1693, pp. 271-287 and 297-317 respectively, in this volume.

[5]) RABUS added to the publication of this letter: *We thus see that this great student of the mysteries of Nature does not fail to show through his magnifying glasses to the learned as well as the unlearned the true facts of the procreation, in order to silence those who, possessed by a depraved prejudice, in spite of Truth, want to maintain with the force of a madman that there are animals generating from putrefaction* (P. RABUS 1693: *De Boekzaal van Europe* (November en December 1693), p. 555).

Gericht aan: Richard Waller.

Manuscript: Ondertekende, eigenhandige brief te Londen, Royal Society, MS. 1954, Early Letters L. 2. 45. Vier kwartobladzijden, waarvan drie blanco.

Niet gepubliceerd.

KORTE INHOUD:

Over de verzending van brieven over de voortplanting van de vlo, van een schadelijke worm en van de mijt. Over het drukken van brieven.

LETTER No. 128 8th DECEMBER, 1693

Addressed to: RICHARD WALLER.

Manuscript: Signed autograph; London, Royal Society, MS. 1954, Early Letters L. 2. 45. Four quarto pages, three of which are blank.

Not published.

SUMMARY:

On the dispatch of letters concerning the procreation of the flea, of a noxious worm, and of the mite. On the printing of letters.

8 december 1693

D' H^r Ric: Waller.

Ik hebbe de Philosophical Transactions over Amsterdam wel ontfangen, ik blijve dankbaar voor het present, en versoeke dat wanneer UE. de goetheijt gelieft te hebben, om ijets weder aan mij te senden, dat [1]) het selvige op Rotterdam aan de H^r Philip van Leeuwen [2]) gelieft te addresseren, die mijn susters soon is, en de welke met ijder Convoij [3]) dat op London gaat, of daar van daan komt, altijts waren op London afscheept, ofte ontfangt.

Ik wil niet twijfelen of UE. sult mijne Brieven, die inde Latijnse Taal sijn gedrukt, op sijn tijd wel ontfangen hebben [4]).

Hier nevens gaan mijne waarnemingen die ik ontrent de Voorteelinge vande Vloo, nu vande Somer, weder op nieuw hebbe genomen, die ik gedagt hadde dat ik deselve over ses weken [5]), al soude af gesonden hebben. Dog ik ben door den Drukker dus lang op gehouden.

Ik sal soo ras als de bladeren gedrukt sijn, UEd: laten toe komen de Voorteelinge van sekere Worm, die groote schade int lant doet, als ook vande Voorteelinge van het veragte Dierke de Mijt [6]).

Dat ik dese observatien gedrukt, en niet geschreven de Co: Soci: ben toe sendende, is om geen andere redenen, als dat het mij lastig valt, het geene ik eens geschreven hebbe, weder op nieuw uijt te schrijven, en wil ook hoopen, dat dit mijn doen, ten goede sal geduijt werden.

Wanneer 5. à. 6. Brieven, die ik van tijd tot tijd, sal overgesonden hebben, gedrukt sijn, sullen deselvige eerst int Publijcq comen. En [a]) ik sal onder des blijven.

Wel Edele Heer.

UE: Wel Edele onderdanige Dienaar
ANTONI VAN LEEUWENHOEK.

Delft desen
8. Xmb. 93

---

[a]) hs: comen. en

[1]) Lees: dat UE. dan.

[2]) PHILIPS VAN LEEUWEN (1667-1713) was een zoon van L.'s zuster CATHARINA en CLAES JANSZ. VAN LEEUWEN. PHILIPS was koopman te Rotterdam en handelde onder meer op Londen; zie ook Biogr. Reg.

[3]) In de Negenjarige Oorlog (1688-1697) en later ook in de Spaanse Successie-oorlog (1701-1713) voeren regelmatig oorlogsschepen in de Noordzee ter bescherming van de handel tegen de Fransen en vooral tegen de juist in deze periode zo gevaarlijke Duinkerker kapers. Verschillende oorlogsschepen van de admiraliteit van de Maze voeren speciaal ter begeleiding van koopvaarders naar de Theems en Londen. Zo waren bijv. in de zomer van 1693 tot en met de winter van 1694 minstens drie schepen in de vaart voor dit werk: *Dolfijn*, *Wapen van Rotterdam* en *Rotterdam* (J. DE HULLU 1924: *De archieven der admiraliteitscolleges*, blz. 123). [Bru.]

[4]) Misschien bedoelt L. zijn *Continuatio Epistolarum* (1689); zie ook Brief 125, van 1 juli 1693, blz. 188, aant. 2, in dit deel.

[5]) *over ses weken*, zes weken geleden.
Dit is Brief 126 [76], van 15 oktober 1693, over de vlo, in dit deel.

[6]) L. doelt hier op Brief 129 [77], van 20 december 1693, over de emelt, de luis en de mijt, die hij eerst op 19 januari 1694 aan WALLER zou zenden; zie Brief 130, van 19 januari 1694, blz. 320, in dit deel.

8th December, 1693

Mr. Richard Waller.

I have duly received the Philosophical Transactions via Amsterdam; I am grateful for the gift, and request, when Your Honour is kind enough to send me something again, to address the same to Mr. Philip van Leeuwen [1]) at Rotterdam, who is my sister's son and who, with every Convoy [2]) that goes to London or comes back from there, always ships goods to London or receives them.

I do not doubt that Your Honour will have received my Letters, which have been printed in the Latin Language, safely and in good time [3]).

Enclosed herewith are my observations about the Procreation of the Flea, made this Summer and now taken up once again, which I had intended to send more than six weeks ago [4]). But I have been held up this long by the Printer.

As soon as the sheets are printed, I will let Your Honour have my observations on the Procreation of a certain Worm that causes great damage in the countryside, as well as on the Procreation of the despicable little Animal the Mite [5]).

That I am sending these observations to the Royal Society in print, and not in written form, is done for no other reason than that it is troublesome for me to write out once again what I have already written, and I hope that this method will be approved of.

Only when 5 or 6 Letters which have had to be sent on from time to time have appeared in print will they be made public.

Meanwhile I remain, Honoured Sir,

Your Honour's humble Servant,
ANTONI VAN LEEUWENHOEK.

Delft, this 8th
of December 1693.

---

[1]) PHILIPS VAN LEEUWEN (1667-1713) was a son of L.'s sister CATHARINA and CLAES JANSZ. VAN LEEUWEN. PHILIPS was a merchant at Rotterdam and traded, *inter alia* with London; see also Biogr. Reg.

[2]) During the Nine Years' War (1688-1697) and later also during the Spanish War of Succession (1701-1713) men-of-war used to sail regularly on the North Sea to protect Dutch trade against the French, and particularly against the Dunkirk pirates, who were so dangerous at this period. Several men-of-war of the Admiralty of the Meuse used to sail to the Thames and to London especially to convoy merchantmen. Thus, during the summer of 1693 up to the winter of 1694 at least three ships were in service on this work: *Dolfijn*, *Wapen van Rotterdam*, and *Rotterdam* (J. DE HULLU 1924: *De archieven der admiraliteitscolleges*, p. 123). [Bru.]

[3]) Perhaps L. is referring to his *Continuatio Epistolarum* (1689); see also Letter 125, of 1 July 1693, p. 189, note 2, in this volume.

[4]) This is Letter 126 [76], of 15 October 1693, on the flea, in this volume.

[5]) L. is here referring to Letter 129 [77], of 20 December 1693, on the leather-jacket, the louse, and the mite, which he was not to send to WALLER until 19 January 1694; see Letter 130, of 19 January 1694, p. 321, in this volume.

Gericht aan: de Royal Society.

Manuscript: Het manuscript en de tekeningen zijn niet teruggevonden.

GEPUBLICEERD IN:

A. VAN LEEUWENHOEK 1694: *Vierde Vervolg Der Brieven* ..., blz. 573-606, 10 figuren (Delft: H. van Kroonevelt). – Nederlandse tekst [A].

A. VAN LEEUWENHOEK 1695: *Arcana Naturae Detecta*, blz. 376-398, 10 figuren (Delphis Batavorum: H. a Krooneveld). – Latijnse vertaling.

A. À LEEUWENHOEK 1722: *Opera Omnia, Seu Arcana Naturae ... Editio Novissima*, ... blz. 344-363, 10 figuren (Lugduni Batavorum: J. A. Langerak). – Latijnse vertaling [C].

N. HARTSOEKER 1730: *Extrait Critique des Lettres de feu M. Leeuwenhoek*, in *Cours de Physique* ..., blz. 32 (La Haye). – Frans excerpt.

S. HOOLE 1807: *The select Works of Anthony van Leeuwenhoek* ..., Dl. 2, blz. 163-164, 2 figuren; blz. 170-173, 2 figuren; blz. 174-179, 5 figuren (London). – Engelse vertaling van respectievelijk het middendeel, het slot en het begin van de brief, met weglating van de passages over copulatie.

A. J. J. VANDEVELDE 1922: *De Brieven 76 tot 107 van Antoni van Leeuwenhoek* ..., in Versl. en Meded. Kon. Vlaamsche Acad., Jrg. 1922, blz. 1096-1097. – Nederlands excerpt.

KORTE INHOUD:

Onderzoekingen over de metamorfose van de emelt tot speketer. Waarnemingen van de copulatie en de ingewanden van de speketer. Over de voortplanting van de sprinkhaan. Waarneming van onbekende diertjes in aardzoden. Beschrijving van de kop van de luis. Over de vermeende bloedsomloop in de poot van de luis. Beschrijving van de monddelen van de luis. Onderzoekingen over de vermenigvuldiging van de mijt. Waarnemingen van de copulatie van de mijt. Onderzoekingen over de levensduur van de mijt.

FIGUREN:

De tien gegraveerde figuren zijn bijeengebracht op één plaat.

OPMERKINGEN:

L. heeft aan de Royal Society geen eigenhandige brief met tekeningen gezonden, maar een gedrukt exemplaar met een gravure (zie blz. 270, aant. 1). Beide laatste bevinden zich te London, Royal Society, MS. 1955, Early Letters L. 2. 46. De hier afgedrukte tekst is gebaseerd op [A].

Addressed to: the Royal Society.

Manuscript: The manuscript and the drawings have not been traced.

PUBLISHED IN:

A. VAN LEEUWENHOEK 1694: *Vierde Vervolg Der Brieven* ..., pp. 573-606, 10 figures (Delft: H. van Kroonevelt). – Dutch text [A].

A. VAN LEEUWENHOEK 1695: *Arcana Naturae Detecta*, pp. 376-398, 10 figures (Delphis Batavorum: H. a Krooneveld). – Latin translation.

A. À LEEUWENHOEK 1722: *Opera Omnia, Seu Arcana Naturae ... Editio Novissima* ..., pp. 344-363, 10 figures (Lugduni Batavorum: J. A. Langerak). – Latin translation [C].

N. HARTSOEKER 1730: *Extrait Critique des Lettres de feu M. Leeuwenhoek*, in *Cours de Physique* ..., p. 32 (La Haye). – French excerpt.

S. HOOLE 1807: *The select Works of Anthony van Leeuwenhoek* ..., Vol. 2, pp. 163-164, 2 figures; pp. 170-173, 2 figures; pp. 174-179, 5 figures (London). – English translation of the central part, the conclusion, and the beginning of the letter respectively, the passages on copulation being omitted.

A. J. J. VANDEVELDE 1922: *De Brieven 76 tot 107 van Antoni van Leeuwenhoek* ..., in Versl. en Meded. Kon. Vlaamsche Acad., 1922, pp. 1096-1097. – Dutch excerpt.

SUMMARY:

Researches into the metamorphosis of the leather-jacket into the crane-fly. Observations of the copulation and the intestines of the crane-fly. On the reproduction of the grasshopper. Observation of unfamiliar animalcules in sods of earth. Description of the head of the louse. On the supposed circulation of the blood in the leg of the louse. Description of the mouth parts of the louse. Researches into the propagation of the mite. Observations of the copulation of the mite. Researches into the term of life of the mite.

FIGURES:

The ten engraved figures have been grouped together in one plate.

REMARKS:

L. did not send the Royal Society an autograph letter with drawings, but a printed copy with an engraving (see p. 271, note 1). The latter two are in London, Royal Society, MS. 1955, Early Letters L. 2. 46. The text as printed here is based on [A].

20 december 1693

Delft in Holland, den 20. December. 1693 [1]).

Hoog Edele Heeren.

Myn laatsten alder onderdanigsten enz. [2])

Emelt in grasland.

In de maant Mey wierd my van een Land-man aangewesen een streek deugsaam Wey-land, daar weynig gras op waste, de redenen daar van (seyde men tot my) [a]) wierd alleen veroorsaakt, van een soort van swart-agtige korte dikke Wormen [3]), die de wortels van het gras op aaten [4]), en voegden [5]) daar

---

a) A: (daar van seyde men tot my)

1) L. zond blijkbaar geen eigenhandig geschreven brief naar de Royal Society, want in de Early Letters L. 2. 46 bevinden zich slechts de bladzijden 573-606 en de bijbehorende gravure uit het *Vierde Vervolg Der Brieven*. RICHARD WALLER, de secretaris van de Royal Society, toonde de brief in de vergadering van 17 januari 1693/4 O.S. (27 januari 1694 N.S.): *Mr. Waller produced a letter from Mr. Leeuwenhoeck concerning the Fly called a Miller, and of the Propagation thereof as likewise of the Mite* (Journal Book Original, Vol. IX, blz. 150). In de archieven van de Royal Society zijn verder geen aantekeningen over vertaling, voorlezing en bespreking van deze brief te vinden.

2) Het laatste, aan de Fellows gerichte schrijven is Brief 126 [76], van 15 oktober 1693, blz. 204-258 in dit deel, over de vlo.

3) *wormen*, larven.

4) In deze brief beschrijft L. de ontwikkeling van *Tipula paludosa* Meigen, een in Nederland in vochtige weiden algemeen voorkomende langpootmug. Deze soort is gemakkelijk te verwarren met *T. oleracea* Linnaeus en *T. czizeki* De Jong. Het zijn drie nauw verwante soorten, waarvan de imagines morfologisch slechts aan de hand van genitaalkenmerken zijn te onderscheiden. De biologische bijzonderheden, die L. geeft wijzen echter duidelijk en uitsluitend op *T. paludosa* Meigen.

T. oleracea Linnaeus kent twee generaties per jaar. De herfstgeneratie legt in september eieren, de larven overwinteren in het vierde stadium (ongeveer 30 mm groot) en verpoppen zich gedurende de eerste helft van mei. In de tweede helft van mei en de eerste helft van juni vliegt de voorjaarsgeneratie. Deze legt eieren en de hieruit komende larven groeien tot eind augustus van 1 mm tot ongeveer 30 mm, waarna ze zich verpoppen en in september de najaarsgeneratie leveren.

T. czizeki De Jong legt eieren in oktober. Deze overwinteren, komen in mei uit en de larven groeien tot september van 1 mm tot ongeveer 30 mm. Ze verpoppen zich in september en in oktober vliegen de imagines weer rond.

L. vindt larven in mei, die tot augustus niet meer groeien, in augustus zich verpoppen en in september imagines leveren. Ook in het veld vindt hij de imagines in september. Dit klopt alleen voor *T. paludosa* Meigen. Deze soort legt namelijk eieren in september. De larven ontwikkelen zich gedeeltelijk in het najaar en overwinteren in het derde stadium. In het voorjaar gaat de ontwikkeling verder en in mei zijn de larven in hun vierde stadium. Dit stadium blijft als larve verder leven tot augustus, wanneer de verpopping volgt. De geringe groei in de periode van mei tot augustus heeft bij L. de indruk gewekt, dat ze niet groeiden.

fig. LXVII.

Het algemeen voorkomen in weilanden, de tijd van ontwikkeling en bovendien de afbeelding van het vrouwtje (*Fig: 5*), waarbij de vleugels relatief kort zijn ten opzichte van het achterlijf, wijzen er met zekerheid op, dat L. in deze brief waarnemingen geeft van *T. paludosa* Meigen. Waarschijnlijk zijn deze de oudste nauwkeurige waarnemingen aan een van de soorten van het genus *Tipula*, subgenus *Tipula*.

fig. LXVI.

In *Send-Brief* XII, van 26 oktober 1714, in *Send-Brieven* (1718), blz. 111-123, schrijft L. nogmaals over deze soort. Hij schrijft daar over een derde soort muggen, waarvan hij er 's morgens twee heeft gevangen om de musculatuur van de poten te bestuderen. De afbeelding die hij daar geeft (*Fig: 4*) is het wijfje van *T. paludosa* Meigen.

(B. THEOWALD 1957: *Tweevleugelige insekten-Diptera IV, De nederlandse Langpootmuggen (Tipulidae)*, in *Wetensch. Meded. Kon. Ned. Natuurhist. Ver.*, Dl. 24; *idem* 1957: *Die Entwicklungsstadien der Tipuliden, insbesondere der west-palaearktischen Arten*, in *Tijdschr. Entom.*, Dl. 100, blz. 195-308). [L-n.]

5) *voegden*, lees: men voegde.

20th December, 1693

Delft in Holland, the 20th of December 1693 [1]).

Very Noble Sirs,

My last most humble missive, etc. [2])

In the month of May a Farmer pointed out to me a strip of good Pasture, on which there grew little grass, which I was told was merely caused by a species of blackish, short and thick Worms, which ate the roots of the grass [3]), *Leather-jacket in pasture.*

---

[1]) Apparently L. did not send an autograph letter to the Royal Society, for the Early Letters L. 2. 46 contain only the pages 573-606 and the corresponding engraving from the *Vierde Vervolg Der Brieven.* RICHARD WALLER, the secretary of the Royal Society, showed the letter in the meeting of 17 January 1693/4 O.S. (27 January 1694 N.S.): *Mr. Waller produced a letter from Mr. Leeuwenhoeck concerning the Fly called a Miller, and of the Propagation thereof as likewise of the Mite* (Journal Book Original, Vol. IX, p. 150). In the records of the Royal Society no notes on translation, reading, and discussion of this letter are to be found.

[2]) The last letter addressed to the Fellows is Letter 126 [76], of 15 October 1693, pp. 205-259 in the present volume, on the flea.

[3]) In this letter L. describes the development of *Tipula paludosa* Meigen, a common daddy-longlegs in moist pastures in the Netherlands. This species is easily confused with *T. oleracea* Linnaeus and *T. czizeki* De Jong. These are three closely related species, the imagines of which can only be distinguished morphologically by means of genital features. The biological details given by L., however, point clearly and exclusively to *T. paludosa* Meigen.

T. oleracea L. produces two generations annually. The autumn generation lays eggs in September, the larvae hibernate in the fourth stage (size about 30 mm) and pupate in the first half of May. In the second half of May and the first half of June the spring generation flies. This lays eggs, and the larvae coming out of them grow until the end of August from 1 mm to about 30 mm, after which they pupate and in September produce the autumn generation.

T. czizeki De Jong lays eggs in October. The latter hibernate, hatch in May, and the larvae grow until September from 1 mm to about 30 mm. They pupate in September, and in October the imagines fly about again.

L. finds larvae in May, which do not grow further until August, pupate in August, and produce imagines in September. In the field, too, he finds the imagines in September. This is true only for *T. paludosa* Meigen. In fact, this species lays eggs in September. The larvae partly develop in the autumn and hibernate in the third stage. In the spring the development continues and in May the larvae have reached the fourth stage. This stage continues to live as larvae until August, when pupation takes place. The slight growth in the period from May to August gave L. the impression that they did not grow.

The common occurrence in pastures, the time of development, and moreover the illustration of the female (*Fig. 5*), in which the wings are relatively short in comparison with the abdomen, indicate with certainty that in this letter L. describes observations of *T. paludosa* Meigen. These are probably the oldest accurate observations of one of the species of the genus *Tipula*, sub-genus *Tipula*. *fig. LXVII.*

In *Send-Brief* XII, of 26 October 1714, in *Send-Brieven* (1718), pp. 111-123, L. writes again about this species. He there writes about a third species of gnats, of which he had caught two specimens in the morning to study the musculature of the legs. The illustration given there (*Fig. 4*) shows the female of *T. paludosa* Meigen. *fig. LXVI.*

(B. THEOWALD 1957: *Tweevleugelige insekten – Diptera IV, De nederlandse Langpootmuggen (Tipulidae)*, in *Wetensch. Meded. Kon. Ned. Natuurhist. Ver.*, Vol. 24; *idem* 1957: *Die Entwicklungsstadien der Tipuliden, insbesondere der west-palaearktischen Arten*, in *Tijdschr. Entom.*, Vol. 100, pp. 195-308). [L-n.]

ook benevens, dat het gras aldaar niet eerder in wasdom soude toenemen, voor dat men groote warmte kreeg, om dat dese Wormen die men Hemelt [6]) noemt, geen hitte konnen verdragen, daar door [7]) komen te sterven: Ik vraagde verder, of men niet wel ondervonden [8]) hadde, dat dese Wormen in kleyne Sprinkhanen veranderde, of ook in andere vliegende Schepsels; maar wat ik vraagde men konde my niet anders seggen als dat de Wormen wel ras soude weg wesen als daar maar eenige heete daagen waren geweest, en dat als dan het gras wel weelderig soude wassen, ende dat de laage moerige [9]) Landen, al waar men van geen Sprink-hanen en weet [10]), daar meest mede geplaagt werden. Ja men verseekerde my dat sy de Wormen na datter eenige dagen heete Sonneschyn hadde geweest, veel maal, doot sijnde, hadde sien op 't velt leggen [11]).

Met dese verhaalde onderrigtingen die ik van verscheide Lant luyden hadde ontfangen, was ik niet mede vergenoegt [12]), om dat ik my vast inbeelde [13]), dat by aldien men naeuwkeurig dese wormen die men Hemelt noemt, quam te observeren, dat men een gans andere uytkomst soude vinden, namentlijk, dat de wormen in vliegende schepsels souden veranderen, te meer, om dat men deze Wormen niet in menigte by den anderen [14]) vond, maar dat die als enkel verspreyt [15]) lagen.

Ik begaf my dan in 't begin van de maant Mey, in een weyde, ter plaatse daar het gras weynig gewassen was [16]), en ik versogt by my [17]) een Man die Koeyen en verscheyde Paarden hout, en daar van met sijn Huyshoudinge moet leven, en welke man, sijn interest [18]) wel verstaat, deselvige sogt nevens my [19]) de geseyde wormen, waar van ik eenige in een doosje opsloot, die in korten tijd ten deelen uytdroogden en storven, andere setten ik op een soode aarde met gras bewassen, en stelde dese soode in een verglaasde pot, die ik daaglijks met

---

[6]) *Hemelt*, emelt, larve van de langpootmug (*Tipulidae*). De klemtoon behoort op de eerste lettergreep te liggen.

[7]) *daar door*, lees: en daardoor.

[8]) *ondervonden*, bevonden, gezien.

[9]) *moerige*, moerassige.

[10]) Deze opmerking is juist, voor zover zij betrekking heeft op de laagveengebieden bij Delft. Een aantal sprinkhaansoorten komt elders in Nederland wel voor in moerassige heidestreken. [Swt.]

[11]) Bij droogte kunnen de larven van sommige *Tipulidae* in diapauze gaan. Ze lijken dan dood, maar als het vochtiger wordt, worden zij weer actief. Het is mogelijk, dat dit verschijnsel zich ook bij *Tipula paludosa* Meigen voordoet. [L-n.]

[12]) *vergenoegt*, tevreden. Het woord *mede* is overtollig.

[13]) *my ... inbeelde*, de overtuiging had, van mening was.

[14]) *by den anderen*, bij elkaar.

[15]) *als enkel verspreyt*, afzonderlijk.

[16]) *Tipula paludosa* Meigen zoekt voor het leggen van eieren bij voorkeur plaatsen met een slecht gesloten grasmat. [L-n.]

[17]) *ik versogt by my*, ik verzocht met mij mee te gaan.

[18]) *interest*, belang. Het is de vraag of L. dit werkelijk heeft bedoeld. Hij zal een man mee gevraagd hebben, die zijn vak goed verstond en hem betrouwbare inlichtingen kon geven. De Latijnse vertaler heeft het ook in deze geest begrepen en vertaalde: *rei rusticae satis gnarum* (met landbouwzaken voldoende bekend). Nu kan men zeggen, dat een boer die zijn belang kent, ook zijn vak moet verstaan, maar een dergelijke indirecte uitdrukkingswijze ligt niet in L.'s aard. Het is eerder aan te nemen, dat hij het vreemde woord verkeerd gebruikt heeft.

[19]) *nevens my*, samen met mij.

and it was added that the grass there would not improve in growth until the weather became very warm, because these Worms, which are called Leather-jackets [4]), cannot bear the heat and will die from it. I further asked whether it had not perhaps been found that these Worms were transformed into little Grasshoppers, or into other flying Creatures. But however much I inquired, people could not tell me anything else but that the Worms would no doubt quickly be gone as soon as there had been a few hot days, that the grass would then grow quite luxuriantly, and that the low marshy Lands, where no Grasshoppers are known [5]), are most seriously infested by them. Nay, they assured me that they had often seen the Worms lying dead in the field after there had been a few days of hot Sunshine [6]).

I was not satisfied with the said information, which I had received from several Country-people, because I was firmly convinced that, if one examined these worms called Leather-jackets closely, one would get quite a different result, namely that the worms would be transformed into flying creatures, particularly because these Worms were not found in great numbers together, but lay as it were dispersed.

In the early days of the month of May I therefore went to a meadow in a place where the grass had grown poorly [7]), and I requested the company of a Man who keeps Cows and several Horses, on which he has to live with his Household, a man who well understands his interest. Together with me he searched for the said worms, of which I enclosed some in a small box, which partly dried up and died in a short time. I put others on a sod of grassgrown

---

[4]) *Leather-jackets*, larvae of daddy-longlegs (*Tipulidae*).

[5]) This remark is correct in so far as the peat bogs near Delft are concerned. A number of grasshopper species do occur elsewhere in the Netherlands in marshy moorlands. [Swt.]

[6]) In periods of drought the larvae of some *Tipulidae* may pass through a diapause. They then appear to be dead, but when the humidity becomes greater, they become active again. It is possible that this phenomenon also presents itself with *Tipula paludosa* Meigen. [L-n.]

[7]) When it is about to lay eggs, *Tipula paludosa* Meigen preferably seeks places where the turf is not very dense. [L-n.]

water besprengde [20]), en op mijn comptoir [21]) stelde, op dat ik die doorgaans [22]) in gedagten soude hebben, en welke soode ik wanneer het gras begonde te verdorren, verworp [23]), en een nieuwe soode aarde, ofte gras uyt het Land ging steeken; in dit doen sag ik doorgaans dat dese wormen nog in 't Land waren: Ik nam dan de soode gras, die alreede begonde te verdorren, en daar uyt sogt ik de wormen de Hemelt, en plaatste die weder in de nieuwe aarde, en dit continueerde ik tot den laatsten dag van July sonder dat ik eenige de minste verandering aan de wormen hadde konnen vernemen [24]). Als wanneer ik [25]) in geselschap raakte van verscheyde Heeren, daar onder andere dese wormen mede op het tapijt quamen, en alwaar my versekert wierde, dat die veranderde in vliegende Schepsels die men Spek-eeters [26]) noemt. En al hoe wel ik nu in de verandering van de wormen voldaan was [27]), soo nam ik egter [28]) de resolutie dese wormen soo lang met versche aarde te versien tot dat selfs de verandering [29]) my was te vooren gekomen [30]).

Verpopping van emelt.

Op den 8. Augusty begon het gras op de Zoode weder te verdorren, en alsoo my de tijd van drie maanden die ik met dit ondersoek al was doende geweest begonde te verdrieten, soo door sogt ik de Zoode, en nam de wormen de Hemelt genaamt uyt de aarde, en ik sag dat een van de selvige wormen, die een weynig boven de andere in wittigheyt uytstak, wat kort in een gedrongen was, waar op ik oordeelde dat die in sijn veranderen stond [31]), ik leyde drie wormen waar onder de laast geseyde was in een doosje, en sag des anderen daags, dat een van de selvige in een Tonneke of Popke, na dat alvoorens sijn huytge was afgestroopt, was verandert, welke huytge daar nevens was leggende [32]).

Een tweede Worm, die mede in een Popke was verandert, en die ik niet en hadde opgeslooten, heb ik vermist, aparent [33]) dat hy my sal ontvlogen sijn. De andere Wormen droogden in korten tijd seer in een, sonder dat die veranderde.

---

[20]) *besprengde*, besprenkelde.

[21]) *comptoir*, werkkamer. Voor de inrichting van L.'s *comptoir* zie Brief 26 [18], van 9 oktober 1676, *Alle de Brieven*, Dl. 2, blz. 78, aant. 38.

[22]) *doorgaans*, steeds, altijd.

[23]) *verworp*, wegwierp.

[24]) *vernemen*, waarnemen.

Het vierde, laatste larvestadium van *Tipula paludosa* Meigen duurt ongeveer van mei tot half augustus. In die tijd groeien de larven maar weinig. [L-n.]

[25]) *als wanneer ik*, toen, op dit ogenblik of tijdstip, op deze dag. Zie B. C. DAMSTEEGT 1968: *Betekenis en functie van* als wanneer, in *De Nieuwe Taalgids*, Dl. 61, blz. 109 vlg.

[26]) *Spek-eeters*, langpootmug, ook spekdief genaamd, zie ook aant. 4.

[27]) *in de verandering voldaan was*, aangaande de gedaanteverwisseling zekerheid had.

[28]) *egter*, toch.

[29]) *selfs de verandering*, de gedaanteverwisseling zelf.

[30]) *my te vooren was gekomen*, ik te zien had gekregen.

[31]) *in sijn veranderen stond*, op het punt stond van gedaante te verwisselen.

[32]) De pophuid ontwikkelt zich onder de laatste larvehuid, die daarna wordt afgestroopt. [L-n.]

[33]) *aparent*, klaarblijkelijk.

[34]) *de welke*, lees: waaraan.

earth and placed this sod in a glazed pot, which I sprinkled daily with water; and I put it in my study [8]) in order that I might keep it constantly in mind. And I threw away this sod as soon as the grass began to wither and proceeded to cut a new sod from the Field. As I was doing this I always saw that these worms were still in the Field. I then took the sod, which was already beginning to wither, and from it I sought the worms called Leather-jackets and placed them again in the new earth, and I continued to do this until the last day of July without being able to perceive the slightest change in the worms [9]). When I found myself in the company of several Gentlemen, there, among other things, these worms were also brought on the carpet, and I was assured that they were transformed into flying Creatures which are called Crane-flies [10]). And although I was now quite sure about the transformation of the worms, I nevertheless resolved to provide these worms with fresh earth until I caught sight of the transformation itself.

Pupation of leather-jacket.

On the 8th of August the grass on the Sod began to wither again, and since it began to annoy me that I had spent three months on this investigation, I searched the Sod and took the worms called Leather-jackets out of the earth, and I saw that one of these worms, which was slightly more white than the others, was somewhat shrivelled, from which I concluded that it was on the point of being transformed. I put three worms, among which was the last-mentioned one, in a little box, and the next day I saw that one of them had been transformed into a Cocoon or Pupa after having first stripped off its little skin, which skin lay beside it [11]).

I missed a second Worm, which had also been transformed into a Pupa and which I had not shut up, evidently because it must have flown away from me. The other Worms shrivelled very much in a short time, without being transformed.

---

[8]) For the lay-out of L.'s *study*, see Letter 26 [18], of 9 October 1676, *Collected Letters*, Vol. 2, p. 79, note 29.

[9]) The fourth and last larval stage of *Tipula paludosa* Meigen lasts approximately from May till the middle of August. In that stage the larvae grow very little. [L-n.]

[10]) *Crane-flies*, daddy-longlegs; see also note 3.

[11]) The pupa-case develops underneath the last larval skin, which is subsequently shed. [L-n.]

fig. LXIII. Fig: 1. ABC. vertoont de Worm de Hemelt, de welke [34]) ik sedert de maant Mey, tot de maant Augusty geen verandering, self [35]) in het groot werden niet en hebbe konnen vernemen [24]).

fig. LXIV. Fig: 2. DEF. vertoont de Worm, soo als deselvige tot een Popke is verandert, en welk Popke in 't eerst een groote beweginge maakte, en niet en ruste, voor en al eer deselve met dat deel dat de rugge was, boven lag [36]).

fig. LXV. Fig: 3. GH. vertoont het afgestroopt huytge, dat de Worm de Hemelt in de verandering heeft verlaten.

Langpootmug. Twee dagen na dat ik de verandering van de Worm hadde vernomen, heb ik my begeven in de Weyde, alwaar ik doorgaans [22]) de Wormen hadde uyt de aarde gehaalt, al waar ik sag een groote menigte door de Weyde vliegen van de Schepsels die onse kinderen Spek-eeters noemen, en ook by andere Mayers [37]) genoemt werden; die hier met fig: 4. IKLM. werden aangewesen. *fig. LXVI.*

Ik nam eenige van de verhaalde Spek-eeters in een doosje met my, die [38]) t'huys komende soo veel ontledigde als het my doenlyk was, niet alleen om de Eyeren te ontdekken, maar om ook het Mannelyk zaad te sien, dog wat devoiren ik aanwende [39]) soo en konde ik mijn genoegen niet vinden [40]), want hoe veel ik van dese dieren quam te openen, soo scheen haar maaksels van een ende deselvige figuur te sijn: Te meer [41]) om dat ik met een vooroordeel was ingenomen [42]), dat ik niet alleen op die tijd, maar ook na dat ik nog tot drie à vier distincte reysen, dese dierkens hadde opgevangen, soo wel Mannelyke als Vrouwelyke Dierkens onder een most hebben, en [43]) het geene ik voor het Eyer-nest [44]) quam aan te sien, dat vonde ik in alle, die ik quam te openen.

Na dese tijd vervoegde ik my weder in 't velt om was het mogelyk my te mogen [45]) versekeren, wat Vrouwelyk of Mannelyk geslagt van dese Dierkens mogte sijn, in hoope dat ik het soude konnen aantreffen, dat de dierkens versamelt waren [46]), dog schoon ik tot drie bysondere [47]) tijden daarom ben uytgegaan, soo en heb ik het egter niet komen te sien.

Eieren in langpootmug. Ondertusschen is, soo in mijn Huys, als in mijn Tuyn, komen vliegen een enkeld vliegende Schepsel over een komende met het maaksel van de verhaalde

---

[35]) *self*, zelfs.

[36]) Het spitse einde van de pop wijst erop, dat het een vrouwelijke pop is. [L-n.]

[37]) M. HOUTTUYN noemt in zijn *Natuurlyke Historie*, Dl. 1 (1761), blz. 12, 419, als volksnaam voor de *Tipulaas* de namen *schoenlappers*, *glazemakers* en *naaiers* (zie WNT, Dl. IX, kol. 1350). Of *maaier* en *naaier* beide in gebruik zijn geweest dan wel of hetzij L. hetzij HOUTTUYN zich heeft vergist, hebben wij niet kunnen achterhalen.

[38]) *die*, lees: die ik.

[39]) *wat devoiren ik aanwende*, welke pogingen ik ook deed, hoe ik ook mijn best deed.

[40]) *mijn genoegen ... vinden*, tot mijn tevredenheid slagen.

[41]) Men denke hierachter: „konde ik mijn genoegen niet vinden".

[42]) *met een vooroordeel was ingenomen*, een vooropgezet denkbeeld had.

[43]) *en*, men leze: maar.

[44]) *Eyer-nest*, eierstok.

[45]) *mogen*, kunnen.

[46]) *versamelt waren*, paarden.

[47]) *bysondere*, verschillende.

Fig. 1. ABC shows the Worm called Leather-jacket, in which I could not perceive any transformation, not even during its growth, from the month of May until the month of August. *fig. LXIII.*

Fig. 2. DEF shows the Worm when it has been transformed into a Pupa, which at first made considerable movements and did not rest until it lay with the part that was the back on top [12]). *fig. LXIV.*

Fig. 3. GH shows the stripped-off little skin, which the Worm called Leather-jacket shed during the transformation. *fig. LXV.*

Daddy-longlegs. Two days after I had seen the transformation of the Worm I went to the Meadow where I had always taken the Worms from the earth, and there I saw flying about in the Meadow great numbers of the Creatures which our children call Crane-flies and which are also called Daddy-longlegs by others; they are here indicated in Fig. 4 by IKLM. *fig. LXVI.*

I took some of the said Crane-flies along with me in a little box, and when I came home, I dissected them as far as I could, not only in order to discover the Eggs, but also to see the Male seed; but however much I exerted myself, I was unable to succeed to my satisfaction, for however many of these animals I opened, their structures appeared to have one and the same shape. The more so because I had a preconceived idea that not only at that time, but also after I had caught these little animals three or four times I ought to have both Male and Female Animals among them, but what I had taken to be the Ovary was found by me in all those which I opened.

After this, I again went to the field, in order, if possible, to ascertain which was the Female and which the Male sex of these little Animals, in the hope that I might find the little animals while copulating, but although I went there for this purpose at three different times, I have been unable to see this.

Eggs in daddy-longlegs. Meanwhile, solitary flying Creatures came flying into my House as well as into my Garden; these Creatures had the same structure as the aforesaid

[12]) The pointed end of the pupa indicates that it is a female. [L-n.]

Spek-eeters, alleen met dit onderscheyt, dat de laatste grooter [48]), en haar agterlijf spits toe liep, daar [49]) de andere haar agterlijf dik was.

Dese laatst geseyde Dieren opende ik, en haalde uyt haar lighamen een groote quantiteit Eyeren die langagtig en swart waren, ja soo een groot getal, dat ik een van de selvige openende, en alle de Eyeren uyt halende, bevond het getal over de twee hondert te zyn. En wat van dese Dieren ik in de stad quam te vangen, die hadden alle Eyeren in 't lyf, en daar by en vonde ik in de stad niet een soo een vliegent Schepsel als ik uyt het velt hadde gehaalt. Hier op beelde ik my in 't eerst in [50]), of een van [51]) beyde de verhaalde Dieren wel van eene soort mogte zyn.

De tyd was nu al verloopen tot den 5. September. Als wanneer ik [25]) my weder des naarmiddaags in een Weyde begaf, en naeuwkuerig agt nam op dese soo genaamde Spek-eeters, en sag in 't eerst niet vliegen, als [52]) soodanige hier vooren verhaalt en met fig: 4. aangewesen.

fig. LXVI.

Dog een weynig stil staande sag ik soo een soort vliegen [53]) uyt dewelke ik geseyt hebbe, dat ik Eyeren hadde gehaalt. Dese niet verre van my, in 't gras neder vallende, sette sig aanstonts met het agterlijf na om laag, en dat tusschen de gras deelen in, en arbeyde sig alsoo in 't kort, al hortende, of sig neder stootende tusschen de gras deelen in [54]), dat ik daar op toe tredende hem naeuwlijks uyt het gras konde vatten; dit en sag ik niet eens [55]), maar ik sag het nu tot drie à vier malen, in de tijt dat ik in de Weyde was.

Mannetjes en wijfjes.

Uyt dese waarneminge besloot ik, dat beyde de vliegende Schepsels hier vooren verhaalt eene soort was, en dat de eerste die ik gevangen hadde, alle van het Mannelijk geslagt, ende dat die geene daar ik de Eyeren uyt gehaalt hadde, van het Vrouwelyk geslagt waren. En wat [56]) de grootheyt van het Vrouwelyk geslagt belangt, alleen dus gemaakt sijn, om de menigvuldige Eyeren te dragen, ende dat de scharpheyt, dewelke uyt een beenagtig wesen bestaat [57]), en welke agter aan haar lighaàm is, alleen soo gemaakt is, om daar mede in de aarde te konnen inbooren, en alsoo de Eyeren in de vogtige aarde te plaatsen, ende dat sonder sulks, de Eyeren onvrugtbaar [58]) souden sijn.

t'Huys komende sag ik met verwondering, dat onder de dieren die in het doosje by my waren opgevangen, ses Wijfkens, ende tien à twaalf Mannekens, ende dat drie van de Wijfkens yder met een Manneke versamelt waren [46]); uyt dit gesigt was ik nu versekert, dat de eene een Manneke ende de andere een

---

[48]) *grooter,* lees: groter waren.

[49]) *daar,* terwijl.

[50]) *ik beelde my in 't eerst in,* ik kwam aanvankelijk op de gedachte. C: *Unde me primum incessit opinio.*

[51]) *een van* is hier overtollig.

[52]) *niet ... als,* niets ... dan; geen andere ... dan.

[53]) *vliegen,* dit is het werkwoord en niet het zelfstandig naamwoord. C: *talia vivi volitantia.*

[54]) *arbeyde sig ... tusschen de gras deelen in,* werkte zich met moeite tussen het gras.

[55]) *niet eens,* niet één keer.

[56]) Deze zin is afhankelijk van de voorgaande hoofdzin: *Uyt dese waarneminge besloot ik* (d.i. trok ik de conclusie). Men leze dus: „En ik besloot dat sy, wat de grootheyt ...".

[57]) *de scharpheyt, dewelke uyt een beenagtig wesen bestaat,* het scherpe puntje dat beenachtig is.

[58]) *onvrugtbaar,* L. bedoelt hiermede, dat de eieren niet zouden uitkomen.

Crane-flies, with the only difference that the latter were bigger and their abdomen tapered, whereas the abdomen of the others was blunt.

I opened these latter Animals and removed from their bodies a large number of Eggs, which were elongated and black; nay, their number was so large that, on opening one of the animals and taking out all the Eggs, I found their number to be more than two hundred. And such of these Animals as I caught in the city all had Eggs in their body, while I did not find in the city any such flying Creature as I had got from the field. Upon this I at first hit upon the idea that perhaps the two aforesaid Animals might be the same species.

By this time it was already the 5th of September. I then went to a Meadow again in the afternoon and paid careful attention to these so-called Crane-flies; and at first I did not see any of them flying except such as have been described before and shown in fig. 4. *fig. LXVI.*

But when I stood still for a moment, I saw flying about one of a species such as those from which I said I had taken Eggs. It dropped on the grass not far from me, and it settled at once with its abdomen downwards, and this among the grass blades, and in a short time worked itself with jerking and pushing movements between the grass blades in such a way that, on approaching it, I could hardly get it out of the grass. I saw this not once, but three or four times in the time during which I was in the Meadow.

Males and females.

From these observations I concluded that the two aforesaid flying Creatures were one and the same species, and that the first specimens I had caught were all of the Male sex and that those out of which I had taken the Eggs were of the Female sex. And I concluded that, as regards the size of those of the Female sex, they merely have this structure to enable them to bear the numerous Eggs, and that the sharp bony part at the back of its body merely has this structure to enable it to burrow in the earth with it and thus to deposit the Eggs in the moist earth, and that without this the Eggs would be infertile [13]).

On coming home I saw to my astonishment that among the animals that had been caught by me and put in the little box there were six Females and ten to twelve Males, and that three of the Females were each copulating with a Male. This spectacle now convinced me that the one was a Male and the

[13]) *infertile*, by this L. means that the eggs would not hatch.

Wijfke was, ende dat na alle aparentie door de starke wint die wy eenige dagen daar te vooren gehad hadden, de Wijfkens haar in de lugt tot vliegen begeven hebbende, niet ligt [59]) om de swaarte van haar lighaam, hebben in het gras sig nader konnen plaatsen, maar eenige om die oorsaak tot in de stad sijn gedreven.

Wanneer ik nu de dierkens in een doosje hadde opgeslooten, bevond ik, dat deselvige des anderendaags meest alle doot waren, ende de geene in welke nog eenig leven was, waren soo swak dat die niet vliegen konden, schoon ik het doosje met drie bysondere [47]) openingen hadde door sneden, op dat haar geen lugt en mogt ontbreken.

Dog dit niet sijnde [60]) hadde ik gedagten, of ik niet wel in 't vangen de vaaten in haar lighaam die buyten gemeen veel sijn, wel soo mogt komen te quetsen, waar door die quamen te sterven; want ik sag meest doorgaans [61]), dat ik met haar te handelen [62]) de eene of de andere poot quam te breeken.

Ten anderen hadde ik gedagten of zy door in het gras te sitten, niet wel eenig voetsel van het gras quamen te gebruyken [63]).

fig. LXVII. Fig: 5. NOPQ. vertoont een Spek-eeter van het Vrouwelijk geslagt, alwaar men aan N: komt te sien, hoe scharp haar agterlijf is, om haar Eyeren te konnen plaatsen in de aarde: en welke scharpte van het agterlijf soo onder als boven sig met vier distincte deelen van een kan separeren ofte openen [64]).

Hier op ging ik den 6. September weder in een weyde naast onse Stad gelegen, daar ik mede de verhaalde levende Schepsels hadde sien vliegen, ik nam met my een wijde Fles, die seer na [65]), boven, soo wijd was, als onder, in dese Fles leyde ik onder op de grond een zoode met gras, en ik dede boven over het glas, een papier in het welke ik langwerpige gaaten hadde gemaakt.

Ik bequam in korten tijd agt Wijfkens, en ondertusschen sogt ik ontrent gelijk getal Mannekens te bekomen. Dese met de Fles 't huys komende zag ik dat kort daar na twee Mannekens met twee Wijfkens versamelt waren, en dat de Mannekens schoon zy aan een Manneken quamen aan te raaken, haar aan stelden [66]) tot de versameling [67]) alsof zy een Wijfke voor hadden.

Van dese laatste opgeslootene sag ik, dat des avonts al eenige met het hooft nederwaarts, dat Mannekens waren, in het glas kroopen, die ik my inbeelde, dat te hard gehandelt [62]) waren, ende des anderen daags sag ik die nevens [68])

---

[59]) *ligt,* gemakkelijk. Het vervolg van de zin is wat gewrongen, maar de bedoeling is duidelijk: door de sterke wind konden de wijfjes niet in het gras gaan zitten en zijn zij afgedreven naar de stad.

[60]) *Dog dit niet sijnde,* maar daar dit niet het geval was (te weten: dat gebrek aan lucht de doodsoorzaak was).

[61]) *meest doorgaans,* meestal.

[62]) *handelen,* met de hand aanvatten, aanraken.

[63]) De muggen nemen in gevangenschap geregeld vocht tot zich. Misschien is gebrek aan water de oorzaak van hun dood geweest. [L-n.]

[64]) Het achterlijf van de vrouwelijke dieren eindigt in vier lange, dunne kleppen, waartussen de geslachts- en anaalopening gelegen zijn. Met *scharpte* bedoelt L. het scherp gepunte achterlijf; zie ook aant. 57. [L-n.]

[65]) *seer na,* nagenoeg.

[66]) *haar aan stelden,* zich gereed maakten.

[67]) *versameling,* paring.

[68]) *nevens,* in de buurt van.

other a Female, and that apparently owing to the strong wind that we had been having for some days past the Females, having taken to the air to fly, could not easily settle in the grass in view of the heaviness of their body, and this caused some of them to drift off to the city.

Now when I had enclosed the little animals in a small box, I found that most of them were dead the next day and those which still had some life in them were so weak that they could not fly, although I had cut three different openings in the box, so that they should have no lack of air.

However, I wondered whether I might not perhaps, in catching them, have injured the vessels in their bodies, which are extremely numerous, in consequence of which they died; for I generally saw that, when I took them in my hand, I broke one leg or another.

On the other hand I wondered whether, while sitting in the grass, they might not perhaps take some nourishment from it [14]).

Fig. 5. NOPQ shows a Crane-fly of the Female sex, where it will be seen at N how sharp its abdomen is, to enable it to deposit its Eggs in the earth; and this sharp part of the abdomen, at the bottom as well as the top, can separate or open itself into four distinct parts [15]). *fig. LXVII.*

On the 6th of September I then went again to a field situated near our City, where I had also seen the said living Creatures flying about. I took with me a wide Bottle, which was practically as wide at the top as at the bottom; on the bottom of this Bottle I put a sod with grass, and on the top of the glass Bottle I put a piece of paper, in which I had made oblong holes.

Within a short time I got eight Females, and meanwhile I tried to get about the same number of Males. On coming home with these and the Bottle I saw shortly afterwards two Males copulating with two Females, and I saw that the Males, even if they merely came in contact with a Male, prepared to copulate as if they had to do with a Female.

Of these specimens last shut up by me I saw in the evening that already a few, which were Males, were crawling about in the glass Bottle head downwards; I supposed they had been handled too roughly, and the next day I saw

---

[14]) In captivity the gnats regularly take moisture. Perhaps lack of water caused their death. [L-n.]

[15]) The abdomen of the females ends in four long and thin valves, between which the genital and anal openings lie. L. occasionally speaks of the *sharpness* of the abdomen. [L-n.]

eenige Wijfkens doot leggen, en na datse vier-en-twintig uuren in de Fles hadden geweest, leefden nog maar twee Wijfkens ende vier Mannekens, en nog vier-en-twintig uuren daar na, bleven maar drie levendige Mannekens over.

Doen nu driemaal vier-en-twintig uuren verloopen waren, sag ik dat maar een Manneke in 't leven was, en dat het selvige alle zyn ses pooten tot zyn gebruyk hadde, zoo dat ik my nu nog vaster als te vooren inbeelde [13]), dat de haastige doot, die de opgevangen dierkens over quam, alleen door het mishandelen [69]) veroorsaakt was [70]).

Eieren in langpootmug.

Ik hebbe hier vooren geseyt, dat ik uyt een dierken meer dan twee hondert Eyeren hebbe gehaalt, dese Eyeren zyn seer swart, en soo glat van bast ofte schors, waar door deselvige zoo glimpen [71]) als of het swart glas was, en daar by zyn die langagtig zoo datse wel tweemaal zoo lang als dik zyn. Dese schors of schil van de Eyeren is seer stark en dik naar advenant haar groote, en nogtans heb ik doorgaans [22]) ondervonden [8]), dat de Eyeren wanneer ik die uyt haar lighamen hadde genomen, ofte dat [72]) zy de Eyeren ten tijde dat die [73]) opgeslooten waren hadde geleyt, in korten tijd de vogtige stoffe uyt de Eyeren zoo weg wasemde, dat de schorssen of schillen seer ingeboogen waren: welke schielijke uytdrooginge van de Eyeren, my in de Eyeren van veele andere kleynder dieren niet en was voorgekomen [74]).

Uyt dese verhaalde inkrimpinge van de Eyeren, heb ik my ingebeelt [13]), dat de voorsigtige [75]) natuur het zoo geschikt hadde, dat dese Wormen den Hemelt, niet in 't midden van de soomer, als de dagen heet, ende de Landen droog zyn, haar veranderingen onderworpen [76]) zyn, nog ook haar Eyeren leggen. Want by aldien zy haar Eyeren in een warme drooge aarde quamen te leggen, zoo souden de Eyeren in korte tijd komen uyt te droogen, en daar door onvrugbaar [58]) werdende, de levende Schepsels souden komen uyt te sterven. Naar nu dese dierkens haar Eyeren eerst komen te leggen in 't begin van de maant September, wanneer onse Landen ordinair door nat zyn, van de gevallen regen, hare Eyeren nu komende in de door natte aarde, zoo blyven de Eyeren sonder uytdrooginge vrugtbaar [74]).

Wijders hebbe ik van de dierkens, die ik als hier vooren op den 5. September hadde gevangen, vernomen [24]), dat die in het doosje, daar in ik ze hadde opgeslooten, verscheyde Eyeren hadde geleyt. Dese Eyeren sonder dat ik die naauwkuerig beschoude, of die ook eenige inkrimpinge onderworpen waren, heb ik dus [77]) behandelt.

---

[69]) *mishandelen,* verkeerd aanvatten.

[70]) Grote sterfte kan door verschillende omstandigheden veroorzaakt worden: te ernstige beschadiging, gebrek aan vocht of ouderdom. Muggen leven maar kort, hooguit twee weken, dikwijls sterven zij al spoedig na de bevruchting en het leggen der eieren. [L-n.]

[71]) *glimpen,* glimmen.

[72]) *dat,* wanneer.

[73]) *die,* nl. de wijfjesmuggen.

[74]) In tegenstelling tot bv. de eieren van dagvlinders worden de eieren van veel Tipuliden in de bodem gelegd. Zij kunnen niet zo goed tegen droogte en zullen spoedig vocht verliezen, waardoor de schaal ingedeukt wordt. [L-n.]

[75]) *voorsigtige,* voorzienige.

[76]) *haar veranderingen onderworpen,* aan hun gedaanteverwisseling onderhevig.

[77]) *dus,* als volgt.

them lying dead near some Females, and after they had been in the Bottle for twenty-four hours, only two Females and four Males were still alive, and after another twenty-four hours only three living Males were left.

Now when three times twenty-four hours had elapsed, I saw that only one Male was alive and that it could use all its six legs, so that I was even more firmly convinced than before that the speedy death which had befallen the little animals caught by me was only due to wrong handling [16].

Eggs of daddy-longlegs.

I have said before that I took more than two hundred Eggs out of one little animal. These Eggs are very black, and their shell is so smooth that they shine as if they were black glass, and further they are elongated, so that they are at least twice as long as they are thick. This shell of the Eggs is very strong and thick in relation to their size, and yet I invariably found that, when I had taken the Eggs out of the animals' bodies, or when the animals had laid the Eggs at the time when they were shut up, in a short time the moist substance evaporated to such an extent from the Eggs that the shells were very much bent inwards. This rapid desiccation of the Eggs had not been noticed by me in the eggs of many other and smaller animals [17].

In view of the said shrivelling of the Eggs I thought that provident nature had arranged things in such a way that these Worms called Leather-jackets are not transformed, and do not lay their Eggs either, in the middle of the summer, when the days are hot and the Fields dry. For if they laid their Eggs in a warm, dry soil, the Eggs would dry up in a short time, and since they would thus become infertile [13], the living Creatures would die out. But since these little animals do not lay their Eggs until the beginning of the month of September, when our Fields are usually wet through because of the rainfall, their Eggs, now getting into the thoroughly wet earth, remain fertile and do not dry up [17].

I further noticed that the little animals which, as said before, I had caught on the 5th of September had laid several Eggs in the little box in which I had enclosed them. Without closely examining whether these Eggs had shrivelled to any extent, I dealt with them as follows.

---

[16]) A high death-rate may be caused by various circumstances: excessive damage, lack of moisture, or old age. Gnats live only a short time, at most two weeks; they often die shortly after the fertilization and the laying of the eggs. [L-n.]

[17]) In contrast, for instance, to the eggs of diurnal butterflies, the eggs of many *Tipulidae* are laid in the ground. They cannot bear drought very well and soon tend to lose moisture, in consequence of which the shell becomes dented. [L-n.]

Ik nam een koper doosje dat ontrent tweemaal zoo lang, als desselfs diameter was, het welke ik seer na [65]) tot boven toe vulde met nat gemaakt sand, en daar op leyde ik de Eyeren die des nagts geleyt waren. Dese Eyeren overdekte ik weder met nat sand, welk doosje ik dus [78]) ontrent veertien dagen by my gedragen, op dat de Eyeren warmte souden hebbe, en was het doenlijk jonge Wormen te voorschijn brengen. In welke tijd ik alle dagen een ofte meer Eyeren opende, om te sien of in de Eyeren geen Wormen geformeert waren. Dog ik hebbe geen Wormen nog eenig deel van een worm konnen ontdekken. Alleen moet ik seggen dat de eene stoffe in het Ey seer dik, en andere weder seer dun was [79]).

Den 12. September begaf ik my weder in de Weyde daar ik wel meest de vliegende Schepsels hadde vernomen, dog ik sag doen maar vier á vijf van de zoo genoemde Spek-eeters, en alsoo het eenige dagen daar te vooren hard hadde geregent ende gewaeyt, zoo konde die daar door wel meest gedoot ende verstrooyt zijn [80]), te meer, om dat al eenige dagen daar te vooren, al verscheyde dierkens zoo aan de Boomen als anders, met haar pooten zoodanig saaten als of zy leefden, en nogtans doot waren, en als ik haar lighamen wel besag, zoo waren die van de Wijfkens seer ingevallen, waar uyt ik besloot, dat nu eenige al haar Eyeren uyt geleyt hebbende, nu mosten sterven, en als ik die quam te openen, vont ik in eenige 2. à 3. Eyeren, andere weder, die ik was opvangende, hadden haar lighamen nog vol Eyeren.

Anatomie van langpootmug.

Ik hebbe ook veelmaal de lighamen van dese vliegende Schepsels geopent, zoo wel die van het Vrouwelijk als Mannelijk geslagt, ende hare ingewande [81]) voor het vergroot glas gestelt, en met verwondering de onuytsprekelijke groote menigte, zoo van vaaten, darmen, en andere werktuygen, en wel voornamentlijk, de maaksels van der selver deelen, my voor de oogen gestelt, en moet seggen, dat een naauwkuerig oog dese ingewande met veel grooter verwondering [82]) kan aanschouwen, en ook [83]) verre overtreffen de ingewanden van groote dieren, als wy de laatste met het bloote oog beschouwen.

Ik hebbe ook de agterlijven zoo van de Mannekens, als Wijfkens door het vergroot glas beschout, ende ook ontledigt, en moet seggen, dat my nog noyt een dier is te vooren gekoomen [30]), aan welkers agterlijf zoo veel werktuygen, met haar ledekens waren, die men niet en konde 't huys brengen [84]) als aan het agterlijf van het Manneke was, en nogtans yder zyn verrigtinge [85]) moet hebben [86]).

---

[78]) *dus*, op deze wijze.

[79]) L. bewaart de eieren ongeveer veertien dagen, waarschijnlijk juist te kort; ze komen pas uit na achttien tot twintig dagen. [L-n.]

[80]) Na een forse regenbui zijn er meestal maar weinig Tipuliden te vinden. Het duurt enkele dagen voor de vliegende populatie zich weer hersteld heeft. Bovendien is 12 september al tamelijk laat in het vliegseizoen van *Tipula paludosa* Meigen. [L-n.]

[81]) *ingewande*, het inwendige, alles wat in het lichaam zit.

[82]) *verwondering*, verbazing, bewondering.

[83]) *en ook*, lees: en dat zij ook.

[84]) *'t huys brengen*, definiëren.

[85]) *verrigtinge*, functie.

[86]) Aan het achterlijf van de mannelijke Tipuliden bevindt zich een aantal aanhangsels, die een rol spelen bij de copulatie. [L-n.]

I took a small brass box, which was about twice as long as its diameter and which I filled almost up to the top with sand which I had wetted, and on this I put the Eggs that had been laid overnight. I covered these Eggs also with wet sand, and in this way I carried this box on my person for about a fortnight, in order that the Eggs might get some warmth and, if possible, young Worms might be produced. During this period I opened one or more Eggs every day, to see whether any Worms had been formed in the Eggs. But I have not been able to discover either any Worms or any part of a worm. I only have to say that one substance in the Egg was very thick and another again very thin [18]).

On the 12th of September I went again to the Meadow where I had most frequently seen the flying Creatures, but I then saw only four or five of the so-called Crane-flies, and since it had been very rainy and windy for some days past, most of them might well have been killed or scattered by this [19]), the more so because already a few days before several little animals were sitting with their legs either on the Trees or elsewhere as if they were alive and yet they were dead, and when I looked closely at their bodies, I saw that those of the Females were very much shrivelled, from which I concluded that, some of them having laid all their Eggs, they now had to die. And when I opened them, I found in some of them 2 to 3 Eggs; others again, which I caught, had their bodies still full of Eggs.

Anatomy of daddy-longlegs.

I also frequently opened the bodies of these flying Creatures, both those of the Female and those of the Male sex, and put their internal organs before the magnifying glass, and I looked with wonder at the incredibly great number of vessels and intestines as well as other organs, and chiefly the structure of their parts, and I must say that when one closely watches them, one can contemplate these internal organs with much greater wonder, and that they are also far more wonderful, than the internal organs of large animals when we examine the latter with the naked eye.

I also examined the abdomens of both the Males and the Females through the magnifying glass and dissected them, and I must say that I have never yet seen an animal in whose abdomen there were so many organs with their little joints which could not possibly be defined as were in the abdomen of the Male, and each of which must none the less have its own function [20]).

---

[18]) L. preserves the eggs for about a fortnight, probably just too short a time; they only hatch after eighteen to twenty days. [L-n.]

[19]) After a heavy shower as a rule only small numbers of *Tipulidae* are to be found. It will be a few days before the flying population has recovered. Moreover, 12 September is rather late in the flying season of *Tipula paludosa* Meigen. [L-n.]

[20]) On the abdomen of the male *Tipulidae* there are a number of appendages, which play a part in copulation. [L-n.]

Aantal emelten.

Sien wy nu als hier vooren is verhaalt, dat een Spek-eeter van het Vrouwelijk geslagt, beswangert is, met meer dan twee hondert Eyeren. Zoo nu alle dese dieren, die van de Somer in 't Lant zyn geweest, voorteelden, ende haar Eyeren te regt quamen, dat binnen den tijd van twee á drie jaren, de Wormen de Hemelt, zoo souden vermenigvuldigen, dat het getal groot genoeg soude wesen, om alle de Wortels van het Gras en Vrugten te consumeren, maar nu kan de groote droogte, overvloedige regen, starke Wint, en harde Vorst, het zy de wormen of als het vliegende Schepsels geworden zyn, zoo veel hinder toe gebragt werden, dat alle jaren maar een gedeelte van haar over blijft; en dus zyn wy het een jaar meer, als het andere, van de Wormen de Hemelt geplaagt.

Vermenigvuldiging van sprinkhanen.

Als wy nu dese groote vermenigvuldige voorteelinge [87]) over brengen, tot de voorteelinge van de Sprink-Hanen, die in de Oostersche Landen gevonden werden, en welke Sprink-Hanen geheele Lantschappen van Vrugten op eeten, en eyndelijk niet meer te eeten vindende malkanderen aantasten [88]) en op eeten, en zoo over hoop [89]) by malkanderen sijnde, en haar tijd genakende om Eyeren te leggen, zy alle haar Eyeren over hoop leggende, de Wormen daar uyt komende niet alle en konnen bestaan, maar door gebrek van voetsel moeten vergaan, dog dit zyn maar inbeeldingen [90]), egter komt het beter met de reden over een, als dat men droomt, dat de Sprink-Hanen in de Lugt, tot een straf geformeert werden, gelijk men wel tot my heeft geseyt [91]).

Zeker Heer brengt voorleden jaar tot my eenige groote Sprink-Hanen, die men weynig om onse stad vind [92]). Dese dieren sette ik in een groot Glas en besorgde die daaglijks met [93]) versche Wijn-gaarts bladeren, daar zy wel eenigsints van spijsden, maar als ik zag datse malkanderen doot beeten, ende

---

[87]) L. bedoelt hiermede waarschijnlijk de voortplanting in steeds groter aantal, doordat elke generatie een veelvoud van het aantal individuen zou tellen dan de voorgaande.

overbrengen tot, toepassen op. L. maakt de zin niet goed af. Hij bedoelt het ontstaan van zwermen sprinkhanen uit natuurlijke oorzaken te verklaren tegenover de voorstelling dat een zwerm als een straf van God in de lucht zou ontstaan.

[88]) *aantasten*, aanvallen.

[89]) *over hoop*, op een hoop.

[90]) *inbeeldingen*, veronderstellingen. C: *conjecturae*.

[91]) Sprinkhanenplagen worden veroorzaakt door de zgn. treksprinkhanen, die in West-Europa niet inheems zijn. Voor West-Europa komt alleen in aanmerking *Pachytylus migratorius* Linnaeus, die vanuit zijn vaderland, Zuid-Rusland, soms, en dan meest na bijzonder droge jaren, westwaarts trekt tot noordelijk van de Pyreneeën en de Alpen. In het mediterrane gebied kunnen enkele andere soorten door locale massale vermeerdering als plaag optreden. De beruchte sprinkhanentrek waar L. kennelijk op doelt, wordt alleen veroorzaakt door de Afrikaanse treksprinkhaan *Schistocerca gregaria* Fonsskål (F. S. Bodenheimer 1929: *Materialen zur Geschichte der Entomologie*, Dl. 2, blz. 26-48). [Swt.]

[92]) In het postscriptum van Brief 123 [75], van 16 september 1692, blz. 168 in dit deel, meldde L., dat hij zojuist enige sprinkhanen had gekregen.

Mogelijk zijn dit exemplaren van de in Nederland algemene soort *Locusta viridissima* Linnaeus (familie *Locustidae*), 30-35 mm lang, welke men inderdaad weinig *om de stad* aantreft. Daarnaast komen in aanmerking soorten van het gewone *Pachytylus* (familie *Acrididae*), 32-60 mm lang: *P. migratorius* Linnaeus, de Europese treksprinkhaan (zie voorgaande aant. 91), die slechts nu en dan in Nederland is aangetroffen, en *P. cinerascens* Fabr., die soms in West-Nederland op moerassige heide is gevangen (J. Th. Oudemans 1900: *De Nederlandsche Insecten*, blz. 218. [Swt.]

[93]) *besorgde ... met*, voorzag van.

Now since we see, as described before, that a Crane-fly of the Female sex bears more than two hundred Eggs, if all these animals that were in the Country this Summer procreated and their Eggs hatched, within the space of two or three years the Worms called Leather-jackets would multiply so much that their number would be large enough for them to devour all the Roots of the Grass and the Crops; but now the great drought, abundant rain, strong Wind, and severe Frost may cause so much damage either to the worms or to the flying Creatures when they have been produced that every year only a proportion of them is left, and that is why we are worried more by the Worms called Leather-jackets in one year than in another. *Number of leather-jackets.*

Now we can apply this great multiplication by procreation to the procreation of the Grasshoppers, which are found in Eastern Countries and which devour the Crops of entire Regions; and finally, when they no longer find anything to eat, they attack and devour each other, and while they are thus heaped together and the time approaches for them to lay Eggs, they lay all their Eggs in one heap, and the Worms coming out of the Eggs cannot all subsist, but must perish owing to lack of food. Now these are mere conjectures, but they are more in accordance with reason than to dream that Grasshoppers are created in the Air, as a form of punishment, as people have sometimes told me [21]). *Propagation of grasshoppers.*

Last year a certain Gentleman brought me a few big Grasshoppers, of a kind seldom found around our city [22]). I put these animals in a large glass Vessel and provided them daily with fresh Vine leaves, of which they ate a

---

[21]) Plagues of locusts are caused by the so-called migratory locusts, which are not indigenous in Western Europe. The only species that might be seen in Western Europe is *Pachytylus migratorius* L., which sometimes migrates westwards from its home, the south of Russia, as far as the northern flanks of the Pyrenees and the Alps, and this usually after specially dry years. In the mediterranean regions a number of other species may occur as a plague owing to local mass multiplication. The notorious migration of locusts to which L. is evidently referring is caused only by the African migratory locust *Schistocerca gregaria* Fonsskål (F. S. Bodenheimer 1929: *Materialen zur Geschichte der Entomologie*, Vol. 2, pp. 26-48). [Swt.]

[22]) In the postscript to Letter 123 [75], of 16 September 1692, p. 169 in the present volume, L. reported that he had just received a few grasshoppers.

These may have been specimens of the species that is common in the Netherlands, *viz. Locusta viridissima* L. (family *Locustidae*), length 30-35 mm, a species indeed found seldom *around the city*. Other species that might be meant are species of common *Pachytylus* (family *Acrididae*), length 32-60 mm: *P. migratorius* L., the European migratory locust (see preceding note 21), which has been found only occasionally in the Netherlands, and *P. cinerascens* Fabr., which has sometimes been caught in the west of the Netherlands on marshy moors (J. Th. Oudemans 1900: *De Nederlandsche Insecten*, p. 218). [Swt.]

dat de starkste de swakste tot spijs gebruykten, zoo heb ik yder in een glas opgeslooten, en gesien, dat een Wyfke my meer dan tagtig Eyeren leyde. Als wy nu stellen dat in hooge Landen die woest leggen, en alwaar geen stormen, nog overvloet van regen, nog ook de koude de Wormen waar uyt de Sprink-Hanen voortkomen, niet [94]) en komen te schade, om dat soodanige Landen met het verhaalde weynig onderworpen zyn [95]), zoo zal men wel konnen begrypen, dat de Sprink-Hanen in soodanige Landen in een groote menigte soude konnen voorteelen, en niet [96]) in korte dagen tot der selver groote gebragt, en tot een plage, als van den Hemel afdalende, op het Lant gesonden werden.

Dat ik hier vooren hebbe geseyt, dat soodanige Sprink-Hanen, uyt Wormen voortkomen, stel ik seker [97]), om dat ik aan groote en ook de kleyne Sprink-Hanen, die wy hier te Lande hebben haar lighame [98]) my klaar blijkt, dat deselvige uyt Wormen werden voortgebragt.

Kleine diertjes in graszode.

Ik heb hier vooren geseyt, dat ik verscheyde malen, aarde Zooden daar de Wormen de Hemelt in waren, op mijn comptoir in een aarde Pot hadde gestelt, welke Zooden ik zoo nu als dan, op een Papier (houdende het gras onder ende de aarde boven) uytschudde, in welk doen veel kleyne dierkens op het Papier nedervielen, onder de welke een soort was, niet grooter maar eer kleynder als de Myt is. Dese kleyne dierkens waren meer dan vijftienmaal vaardiger [99]) in 't voortloopen dan de Myt. Ik stelde een van de selvige voor het vergroot glas, en zag dat der selver pooten, die niet half zoo lang waren als de pooten van de Myt, zoo snel bewogen wierden dat 'er geen oog op te houden was. Dese dierkens waren van couleur, gelijk de aarde, die swartagtig was [100]).

Andere dierkens die wat grooter en lang van lijf waren, oordeelde ik om de kringagtige leden, waar uyt haare lighamen bestonde, dat die uyt kleyne Wormkens (by verandering [27])) waren voortgekomen. Dese dierkens deden mede sprongen gelyk als de Vloon doen [101]). Als mede zag ik nog een derde

---

[94]) *niet* is overtollig.

[95]) *met het verhaalde weynig onderworpen zyn*, aan het genoemde weinig bloot staan.

[96]) *en niet*, en dat ze niet.

[97]) *stel ik zeker*, dat ik zeker.

[98]) Men leze: „omdat mij aan de lichamen van grote en kleine sprinkhanen ..." enz. L. gebruikt de omschreven tweede naamval, die in de spreektaal gewoon is: „de sprinkhanen d'r lichamen" (vgl. Jan z'n boek).

[99]) *vaardiger*, sneller.

[100]) L. verstaat onder de *Myt* hoogstwaarschijnlijk de meelmijt of de kaasmijt. Een dier dat *niet grooter maar eer kleynder als de Myt is* zal dus ongeveer 0,5 mm moeten zijn. Er komen in grasland wel enkele *Oribatidae* (orde *Acarina*, Mijten) van die grootte vrij talrijk voor. Deze kunnen glanzend of dof bruin tot zwart zijn, maar zij hebben dan vaak een lichtere roodbruine vlek op de rugzijde. Van bijna alle Oribatiden wordt gezegd, dat zij in hun bewegingen langzaam tot zeer langzaam zijn. Men gebruikt tegenwoordig echter andere verzamelmethoden dan L., waardoor men in de regel niet meer ziet, hoe snel de dieren lopen. Voorlopig lijkt het waarschijnlijk, hoewel niet zeker, dat L. Oribatiden gezien heeft, waarvan de soort nog niet met zekerheid is vast te stellen. [Ham.]

[101]) De springende diertjes zijn zonder twijfel *Collembola*, Springstaarten, wegens de langgerekte vorm behorende tot de suborde *Arthropleona*. Door de constatering dat zij springen, worden de frequent voorkomende Onychiuriden uitgeschakeld, daar deze familie in ons land geen vertegenwoordigers met een goed ontwikkelde furca heeft, evenals de bij ons voorkomende soorten der *Poduridae*, die vaak niet of nauwelijks kunnen springen. Waarschijnlijk moet gedacht worden aan vertegenwoordigers van de *Entomobryidae*, die in het algemeen vrij sterk gepigmenteerd zijn, en aan de *Isotomidae*. [El.]

little; but when I saw that they bit each other to death and the strongest used the weakest as nourishment, I enclosed each of them in a glass vessel and saw that one Female laid more than eighty Eggs. If we now assume that in high Lands which lie waste and where no storms or abundant rain, or cold, can injure the Worms from which the Grasshoppers originate, because these Lands are not much exposed to these things, one will be able to understand that in such Lands the Grasshoppers might procreate in great numbers and do not reach their size in a few days and, descending from Heaven, are sent down on the Land as a plague.

I am fully convinced of what I said before, to wit that such Grasshoppers originate from Worms, because it is quite clear to me from the bodies of large as well as of small Grasshoppers which we have in this Country that they are generated from Worms.

Small animalcules in sod of grass.

I have said before that I had several times put Sods which contained the Worms called Leather-jackets in an earthenware Pot in my study, which Sods I shook out now and then on to a piece of Paper (holding the grass downwards and the earth upwards), during which procedure many little animals dropped on to the Paper, among which there was a species that was no bigger but rather smaller than the Mite. These little animals moved more than fifteen times faster than the Mite. I put one of them before the magnifying glass, and saw that its legs, which were less than half as long as the legs of the Mite, moved so fast that it was impossible to follow it with the eye. These little animals had the colour of the earth, which was blackish [23]).

As to other little animals, which had slightly bigger and long bodies, I considered, because of the annular joints of which their bodies consisted, that they originated from little Worms (through transformation). These little

---

[23]) By the Mite L. in all probability means the flour-mite or the cheese-mite. An insect which *was no bigger but rather smaller than the Mite* will therefore have to be about 0.5 mm. In pastures some *Oribatidae* (order *Acarina*, Mites) of that size do occur in fairly large numbers. They may be a glossy or dull brown to black, but they often have a paler reddish brown spot on the dorsal side. Nearly all *Oribatidae* are said to be slow to very slow in their movements. Nowadays, however, the collecting methods are different from those of L., owing to which as a rule the rate at which the insects run is no longer seen. At the moment it would appear probable, though not certain, that L. saw *Oribatidae*, the species of which cannot yet be identified with certainty. [Ham.]

soort van kleyne dierkens, die mede langagtig, en schoon root van couluur waren [102]).

Dese verhaalde soort van dierkens my voortkomende [103]) most ik besluyten, dat 'er nog een over groot getal van dierkens, zoo op het Land, als in de Zee zyn, die voor onse oogen verborgen sullen blyven, nademaal het wel soude konnen zyn, dat yder Lantschap of Aarde, of ook Poelen ende Rivieren, haar bysondere [104]) kleyne Schepsels souden hebben, die voor de bloote oogen, niet en zyn te bekennen.

Luizen ontstaan door voortteling.

Ik hebbe over eenige jaren [105]) hare Hoog Edele laten toekomen, mijne waarneminge, op wat wijse de Luys het bloed uyt het lighaam haalt, en al hoe wel ik, zoo voor als na die tijd, vier distincte aftekeningen van de Luys [106]) hebbe gesien, zoo dunkt my datse [107]) het regte maaksel van het hooft niet en hebben getroffen, dierhalven heb ik goet gedagt het hooft van de Luys alleen te laten afteikenen om daar in klaar aan te wijsen, de volmaaktheyt die daar in is, ende die geene die het nog met Kircherus [108]) en andere houden, dat de Luysen ook uyt stof en pis, als ook uyt het uytdijgsel [109]) van de selvige, ende andere weder dat die uyt sweet voortkomen, te overtuygen, ende van hare dwalingen, daar zy dus lang in gelegen hebben, af te trekken, ende tot de waarheyt te doen overkomen, om nevens my en andere vast te stellen [110]), dat 'er geen Luysen voortgebragt werden, dan door voorteelinge.

fig. LXVIII.

Fig: 6. ABCDEFG. Is het hooft van de Luys, waar in men niet alleen komt te sien de twee oogen, die seer swart zyn, maar ook twee welgemaakte hoornen, met hare ledekens, die hier en daar met hairtgens zyn beset, als hier met CD. ende GF. werden aangewesen.

Kop van luis.

Met HIKBA. Werd alleen met een ommetrek een gedeelte van het lighaam van de Luys aangewesen.

---

[102]) Waarschijnlijk heeft L. in deze graszoden tripslarven aangetroffen. Vermoedelijk behoren zij tot de orde *Thysanoptera* (Blaaspoten), suborde *Tubulifera*. Dit lijkt het meest aannemelijk, omdat de *dierkens* van niet al te kleine afmetingen zijn. Larven van tripssoorten behorende tot de suborde *Terebrantia*, welke in grassen voorkomen, zijn vrij klein en bijna nooit rood van kleur, terwijl larven van tripssoorten van de suborde *Tubulifera* meestal wat groter zijn en hun kleur is meestal geel of rood. Het aantal soorten waarvan de larven rood gekleurd zijn, is in de laatstgenoemde suborde groter. Op grond van de voorgaande alinea van L. moet worden aangenomen, dat ook deze diertjes in het bezit waren van poten. Dit sluit de aanwezigheid van eventuele roodgekleurde larven van *Diptera* uit. [Ma.]

[103]) *Deze verhaalde soort van dierkens my voortkomende*, toen ik deze genoemde soort diertjes te zien kreeg.

[104]) *haar bysondere*, hun eigen, voor elk verschillende.

[105]) *over eenige jaren*, enige jaren geleden.

Zie Brief 2, van 15 augustus 1673, *Alle de Brieven*, Dl. 1, blz. 54, en Brief 102 [57], van 6 augustus 1687, *idem*, Dl. 7, blz. 40.

[106]) Waarschijnlijk bedoelt L. de afbeeldingen van de luis bij Hooke (1665), Swammerdam (1669), Redi (1671) en Grindl (1687). L. oefende al in Brief 102 [57], van 6 augustus 1687, *Alle de Brieven*, Dl. 7, blz. 36, kritiek uit op de afbeeldingen van Hooke en Grindl.

[107]) *datse*, het is niet met zekerheid te zeggen of L. met *se* de genoemde afbeeldingen bedoelt of, wat waarschijnlijker lijkt, de (ongenoemde) auteurs.

[108]) L. haalt hier aan Athanasius Kircher 1682: *d'Onder-aardse Weereld in Haar Goddelijk Maaksel en wonderbare uitwerkselen aller Dingen ... in XII Boeken naewkeurig beschreven*, Dl. 2, blz. 325. Reeds eerder, in Brief 126 [76], van 15 oktober 1693, blz. 254-258 in dit deel, bekritiseerde L. Kircher's opvattingen over de voortplanting van de vlo.

[109]) *uytdijgsel*, excrementen.

[110]) *vast te stellen*, te concluderen.

animals, moreover, jumped like Fleas [24]). I also saw a third species of little animals, which were also elongated, and had a beautiful red colour [25]).

When I caught sight of the said little animals, I was bound to conclude that there are still a great many little animals, both on Land and in the Sea, which will remain hidden from our eyes, since it might well be that every Region or Soil, or even Pool and River, has its own particular little Creatures, which cannot be discerned with the naked eye.

A few years ago I sent to Your Honours my observations of the manner in which the Louse sucks the blood out of the body [26]), and although, both before and after that time, I saw four different drawings of the Louse [27]), it seems to me that the draughtsmen have not shown the right structure of the head; for this reason I thought fit to cause only the head of the Louse to be depicted, so as to show clearly the perfection that is in it, and to convince those who still think with Kircherus [28]) and others that Lice are also generated from dust and piss, as well as from their own excrements, and others again who think that they are generated from sweat, of the real truth and to free these people from the errors in which they have been so long, so that they may conclude, along with myself and others, that Lice are not generated in any other way except by procreation. *Lice produced by procreation.*

Fig. 6. ABCDEFG is the head of the Louse, in which are to be seen not only the two eyes, which are very black, but also two well-made antennae, with their little joints, which are covered here and there with little hairs, as is shown here at CD and GF. *fig. LXVIII.*

HIKBA shows, in outline only, a part of the body of the Louse. *Head of louse.*

---

[24]) The jumping animalcules are no doubt *Collembola*, springtails, belonging to the sub-order *Arthropleona* on account of their elongate bodies. Because L. reports that they jump, the frequently occurring *Onychiuridae* are ruled out, since this family has no representatives with a well-developed furca in the Netherlands, just like the species of *Poduridae*, which are found here and which frequently are hardly able to jump, if at all. We probably have to think of representatives of the *Entomobryidae*, which are generally rather strongly pigmented, and of the *Isotomidae*. [El.]

[25]) Probably L. found larvae of thrips in these sods. Presumably they belong to the order of the *Thysanoptera*, sub-order *Tubulifera*. This would seem the most plausible, because the *little animals* are not very small in size. Larvae of thrips species belonging to the sub-order *Terebrantia*, which are found in grasses, are rather small and hardly ever have a red colour, whilst larvae of thrips species of the sub-order *Tubulifera* are usually somewhat larger and mostly yellow or red-coloured. The number of species whose larvae are red-coloured is larger in the latter sub-order. In view of the preceding paragraph of L.'s letter it must be assumed that these animalcules also had legs. This precludes the possibility of red-coloured larvae of *Diptera*. [Ma.]

[26]) See Letter 2, of 15 August 1673, *Collected Letters*, Vol. 1, p. 55, and Letter 102 [57], of 6 August 1687, *ibidem*, Vol. 7, p. 41.

[27]) L. is probably referring to the illustrations of the louse in Hooke (1665), Swammerdam (1669), Redi (1671), and Grindl (1687). He already criticized the illustrations of Hooke and Grindl in Letter 102 [57], of 6 August 1687, *Collected Letters*, Vol. 7, p. 37.

[28]) L. here cites Athanasius Kircher 1682: *d'Onder-aardse Weereld in Haar Goddelijk Maaksel en wonderbare uitwerkselen aller Dingen ... in XII Boeken naewkeurig beschreven*, Vol. 2, p. 325. On a previous occasion, in Letter 126 [76], of 15 October 1693, pp. 255-259 in the present volume, L. already criticized Kircher's views on the reproduction of the flea.

Met E. Werd aangewesen een Tepels gewijse uyt steeksel, welk deel de Luys, als hy zyn voetsel zal tragten te halen, wat langer uytsteekt, en dan te gelijk, zyn Angel uyt dat Tepels gewijse deel brengt, om alsoo door den Angel het bloet uyt het lighaam te halen.

Wanneer ik nu genegen was om het hooft van de Luys dus te laten afteikenen, snede ik het boven lijf als [111]) borst en hooft van het onder lijf af, en ik stelde het boven lijf voor het vergroot glas, want als ik de geheele Luys daar voor stelde zoo maakte die zoo een groote beweginge, zoo met zyn lighaam agterwaarts, als voorwaarts over te buygen, dat men geen volkomen bescheyt, van het selvige om af te teikenen bekennen konde [112]): en schoon het halve lighaam voor het vergroot glas stond, zoo beweegden de hoornen [113]), en pooten, nog wel een uure lang.

Dit en deede ik geen eene Luys [114]), maar ik handelde dus met verscheyde Luysen, alleen om het vermaak dat ik hadde in 't bewegen van de inwendige deelen, zoo in 't hooft, als in de pooten, ja ik sag in de slokdarm die hier voor een gedeelte in 't hooft leyt, en waar in ik voor desen het bloet, dat hy uyt het lighaam haalde, seer aardig zag door loopen, waar van ik voor desen breder hebbe geschreven [115]). Dese beweginge in de slok-darm bestond uyt een heldere vogt, die dan opwaarts en dan nederwaarts wierde gestooten.

Vorders sag ik in een van de Luysen, dat het Tepels gewijse uyt steeksel, dat voor aan 't hooft stont, dat het selvige niet alleen wat langer wierd uytgebragt, maar dat ook de Angels uyt het selvige voor een kleyn gedeelte wierde uytgebragt, en weder ingetrokken, en dit geschiede niet eens, maar veel maal agter den anderen [14]), schoon het boven lijf wel een uure van het onder lijf was afgesneden geweest. Ende daar benevens zag ik, dat uyt den eersten Angel, nog een dunder Angel, voor een seer kleyn gedeelte wierd uytgestooten, ende ingetrokken.

Poot van luis.

Wijders snede ik met voordagt [116]) eenige pooten van de Luys ontstukken, waar inne ik dan een boven gemeene beweginge van de Vlees-musculen zag. Ja de beweginge quam my in eene poot soodanig te vooren, dat boven [117]) de beweginge van de Vlees-musculen, ik my inbeelde [118]), de circulatie van het bloet te sien. Maar alsoo ik van veel Luysen die ik quam ontstukken te snijden, hoe meenige versche Luys ik daar toe gebruykte, (alsoo men my nu buyten gemeen voor mijn geldt wel hadde beregt [119])) zoo en heb ik het niet weder

---

[111]) *als*, namelijk.

[112]) *dat men ... konde*, dat men het niet met volkomen zekerheid kon zien om het af te beelden.

[113]) *hoornen*, tasters.

[114]) *Dit en deede ik geen eene Luys*, dit deed ik niet met één luis.

[115]) L. schreef hierover in Brief 2, van 15 augustus 1673, *Alle de Brieven*, Dl. 1, blz. 54-56.

[116]) *met voordagt*, met overleg, met zorg. C: *prudens et sciens*.

[117]) *boven*, behalve.

[118]) *ik my inbeelde*, ik dacht.

[119]) *my nu ... beregt*, mij nu voor mijn geld buitengewoon goed had bediend. Na deze tussenzin zijn enige woorden achterwege gebleven, die hadden moeten aansluiten op het begin van de zin. Waarschijnlijk wilde L. zeggen, dat hij, toen hij eenmaal gemeend had *de circulatie van het bloet* te zien, heeft geprobeerd deze duidelijk waar te nemen. Aan deze pogingen is dus *meenige versche Luys* ten offer gevallen.

At E is shown a Nipple-like protuberance, which the Louse, when it tries to get its food, sticks out a little further, at the same time thrusting its Sting out of that Nipple-like part, in order thus to draw the blood from the body by means of the Sting.

Now when I wished to have the head of the Louse thus depicted, I cut off the upper part of the body, namely the thorax and the head, from the abdomen, and I put the upper part of the body before the magnifying glass, for when I put the whole Louse before it, it made such violent movements, bending its body backwards as well as forwards, that one could not see it clearly enough to draw it; and even when only half its body was placed before the magnifying glass, the antennae and legs continued to move for at least an hour.

I did this not with one Louse, but I dealt thus with several Lice, merely because of the delight I took in watching the movements of the internal parts, in the head as well as in the legs. Nay, I even looked in the gullet, which here lies partly in the head and in which I had previously seen the blood, which it drew from the body, flowing very prettily, a matter about which I have written more fully before [29]). This movement in the gullet was like that of a clear fluid, which was thrust now upwards, now downwards.

I further saw in one of the Lice that the Nipple-like protuberance at the front of the head was not only stuck out a little further, but that the Stings were also thrust out a short distance from it and drawn in again; and this happened not once, but many times in succession, even when the upper part of the body had been cut off from the abdomen at least an hour before. And further I saw that from the first Sting yet a thinner Sting was thrust out a very short distance and drawn in again.

Leg of louse.

I further carefully cut to pieces some of the legs of the Louse, in which I then saw an unusual movement of the Flesh muscles. Nay, the movement in one of the legs became visible to me in such a way that, besides the movement of the Flesh muscles, I thought I saw the circulation of the blood. But although I cut to pieces many Lice, however many fresh Lice I used for the purpose (for I had been given extremely good value for my money), I have not

[29]) L. wrote about this in Letter 2, of 15 August 1673, *Collected Letters*, Vol. 1, pp. 55-57.

komen te sien, dierhalven heb ik mijne ingebeelde circulatie, van die met de oogen te sien, verworpen [120]).

„Angel" van luis. Ik hebbe ook verscheide malen werkdadig [121]), de Angels uyt de Luysen haar hooft gestooten, dog het is my maar eens gebuert, dat ik den Angel ofte Angels zoo verre of lang uyt het hooft gebragt heb, als my laatst geschiede, dog ik hadde het ongeluk dat my den Angel in 't voorstellen van het vergroot glas [122]) quam te breeken, dus heb ik dan een Angel, die een weynig minder uyt het hooft was gebragt, laten afteikenen.

fig. LXIX. Fig: 7. LOP. Is een gedeelte van het hooft van de Luys, alwaar met O. werd aangewesen, hoe sig het Tepels gewijse uyt steeksel voor aan het hooft vertoont, als de Angels daar uyt gebragt zyn.

Aan OM. Vertoont den diksten Angel, of beter geseyt, de kooker waar in den Angel MN. geplaatst leyt, wanneer die beyde in het hooft zyn, en in haar rust leggen.

Aan N. komt men te sien, dat het uyterste eynde van den Angel, een weynig gespleten is.

Sien wy nu het wonderlijke maaksel van het hooft van de Luys, ende daar by gedenkende, aan de menigvuldige vaaten, die wy in 't hooft komen te sien, en voornamentlijk in de Hersenen, die wy al voor een gedeelte uyt het hooft hebben gehaalt, ende daar benevens dan vast stellen [123]), dat 'er duysent maal meer saaken in het hooft van de Luys zyn, die voor onse oogen verborgen sullen blijven: Ik [124]) laat staan in 't verdere gedeelte van het lighaam, het welke wy al veel maal voor onse oogen hebben gestelt, ja selfs de rugge ende buyk overtreft in nettigheit [125]), alle de huyden van dieren die ons bekent zyn. Gaan wy verder met onse gedagten en dat op de kleynste dieren, die ons in een groot getal, en die van verscheide maaksels of geslagten zyn, te vooren komen, en welkers lighamen zoo kleyn zyn, dat veel meer dan hondert soodanige dierkens te samen, zoo groot niet en zyn, als een enkel hairtge, dat aan de poot van een Luys is [126]), en als wy daar benevens dan vast stellen, gelijk het in der daat is [127]), dat soodanige kleyne dierkens met alle de volmaaktheden, zoo van leden, ingewanden, als anders versien [128]), als een Luys of grooter schepsel is, zoo

---

[120]) *heb ik ... verworpen,* heb ik de gedachte verworpen, dat ik de vermeend bloedsomloop met eigen ogen zou zien.

[121]) *werkdadig,* door opzettelijke handeling.

[122]) *'t voorstellen van het vergrootglas,* het plaatsen voor het vergrootglas.

[123]) *vast stellen,* als vaststaand aannemen.

[124]) De hier beginnende tussenzin, die eigenlijk aansluit op *het hooft van de Luys,* onderbreekt de opsomming van drie redenen (geformuleerd als condities) voor de verrukte uitroep aan het eind van de alinea. De drie redenen zijn: 1. het zien van de kop van de luis; 2. het weten dat er aan een luis talloze dingen zijn die wij niet zien; 3. het denken aan het bestaan van de allerkleinste diertjes en hun volmaakte bouw.

[125]) *nettigheit,* fraaiheid.

[126]) Dergelijke vergelijkingen maakte L. ook reeds in Brief 26 [18], van 9 oktober 1676, *Alle de Brieven,* Dl. 2, blz. 74 en 152, en in Brief 28, van 7 november 1676, *idem,* Dl. 2, blz. 180 en 188.

[127]) *vast stellen, gelijk het in der daat is,* als vaststaand aannemen, zoals ook inderdaad het geval is.

[128]) *zoo van leden, ingewanden, als anders versien,* evenzo van ledematen, ingewanden, als andere organen voorzien zijn. (L. heeft het hulpwerkwoord vergeten.)

been able to see it again; for this reason I rejected my belief that I saw the circulation.

I also intentionally pushed the Stings out of the heads of the Lice several times, but only once was I able to I thrust the Sting or Stings so far out of the head. It happened to me recently, but I had the misfortune to break it as I placed the Sting before the magnifying glass; I therefore had a drawing made of a Sting which had not been thrust out of the head so far. *„Sting" of louse.*

Fig. 7. LOP is a part of the head of the Louse, where at O it is shown how the Nipple-like protuberance appears at the front of the head, when the Stings have been thrust out. *fig. LXIX.*

At OM the thickest Sting is shown, or rather the sheath in which the Sting MN is placed when they are both in the head and in the position of rest.

At N it can be seen that the tip of the Sting is slightly slit.

Now we can see the wonderful structure of the head of the Louse and must bear in mind the numerous vessels which we see in the head, and especially in the Brain, part of which we already removed from the head; and we must further assume for certain that there are a thousand times more things in the head of the Louse that will remain hidden from our sight, let alone in the rest of the body, which we have already frequently looked at, nay, even the back and the belly are more beautiful than all the skins of animals that are known to us. When we further consider particularly of the smallest animals, which we see in great numbers and which have different structures or species, and whose bodies are so small that many more than a hundred of such little animals together are not as big as a single little hair on the leg of a Louse [30]), and when we further assume, as is actually true, that such little animalcules are provided with all the perfections, both of limbs, internal

[30]) Similar comparisons were also made by L. in Letter 26 [18], of 9 October 1676, *Collected Letters*, Vol. 2, pp. 75 and 153, and in Letter 28, of 7 November 1676, *ibidem*, Vol. 2, pp. 181 and 189.

hebben wy redenen om uyt te galmen O Diepte der wijsheit, hoe onnaspuerlijk is het maaksel uwes werks!

Voortplanting van mijt.

Hier mede dagt ik te eyndigen, dog mijne speculatien vallende ontrent [129]) de voorteelinge van de Mijt, waar toe ik al eenige hadde opgevangen, om was het mogelijk te ontdekken, in hoe veel tijd een vers geleyt Ey van een Mijt, tot een jonge Mijt gebragt werd, maar om daar benevens ook te weten, hoe veel tijd de Mijt van doen heeft, eer hy zyn volkome wasdom bereykt.

In 't opvangen van de Mijt, zoo bevond ik dat deselvige scharp van gesigt waren.

Want als ik met het werktuygje, daar mede ik haar op nam, maar eens hadde aangeraakt, zoo wisten zy tot verwonderens toe [130]), het veel maal te ontwijken, en daar van weg te loopen [131]).

Als ik nu mijn genoegen van Mijten hadde bekomen [132]), vond ik nog verscheide Mijte loopen, op de darmtgens van het hier vooren verhaalde vliegende Schepsel de Spek-eeter.

Eieren van mijt.

De groote Mijten opvangende, als ik my versekerde dat wijfkens waren, opende ik verscheide door het vergroot glas [133]), en ik bragt dan die aanstonts voor een meerder vergrootende glas, met die insigte [134]), om de Eyeren zoo ik die uyt haar lighaam quam te halen, te mogen bekennen [135]), en ik zag ook tot drie distincte reysen agter een, niet alleen de Eyeren, maar ik zag ook te gelijk door de schors van de Eyeren, dat de binne stoffe van de selvige, voor een gedeelte bestond uyt grooter en kleynder belletgens [136]), over een komende, met het maaksel van de doiren [137]) van Hoender en andere Eyeren, alleen met dit onderscheit, dat deselvige verschillen in grootheit, want de ronde bolletgens, in het doir van een Hoender Ey, (zoo veel mijn gedagten toe laat) zyn meest doorgaans [61]) grooter, dan een gantsche Ey van een Mijt [138]).

Dese Eyeren van de Mijt, hebbe ik voor desen wel doorgaans [139]) zoo op de korst van de kaas als andersints ontdekt, maar ik weet niet dat ik die met voor dagt [140]) uyt haar lighaam hebben tragten te halen.

---

[129]) *mijne speculatien vallende ontrent*, toen mijn gedachten terecht kwamen op, toen ik ging denken over.

[130]) *tot verwonderens toe*, tot mijn verwondering. C: *non sine admiratione mea.*

[131]) De hier beschreven mijten hebben geen ogen, maar kunnen desondanks scherp waarnemen. Ook valt te denken aan het aanraken op enige afstand van de lange haren. Overigens nam Jacques Rohault in zijn *Traité de Physique* (1671), cap. 21, iets dergelijks waar bij *Sarcoptes scabiei* (de Geer). [Ey.]

[132]) *Als ik ... hadde bekomen*, toen ik nu voldoende mijten had verkregen.

[133]) *door het vergrootglas*, met behulp van het microscoop.

[134]) *met die insigte*, met de bedoeling.

[135]) *te mogen bekennen*, te kunnen waarnemen.

[136]) *belletgens*, waarschijnlijk een drukfout voor „bolletgens", zoals blijkt uit het vervolg van de zin.

[137]) *doiren*, dooiers.

[138]) De afmeting van de eieren van deze mijten ligt in de orde van grootte van 110 μ. [Ey.]
L. schreef in Brief 72 [38], van 16 juli 1683, *Alle de Brieven*, Dl. 4, blz. 66, aant. 37, over de *globulen* in de dooier van een hoenderei. Inderdaad maakt L. een redelijke schatting door de grootte van de eieren van de mijt te vergelijken met die van een dooierbolletje (25-100 μ).

[139]) *doorgaans*, telkens.

[140]) *maar ik weet niet dat*, ik weet niet [meer] of; *met voor dagt*, opzettelijk.

organs, and otherwise, of a Louse or larger creature, we have every reason to exclaim: Oh Depth of wisdom, how inscrutable is the structure of Thy work!

I meant to stop here, but I proceeded to think about the procreation of the Mite, for which purpose I had already caught a few, so as to discover, if possible, what time is required for a freshly laid Egg of a Mite to be developed into a young Mite, but also to know how much time the Mite needs to reach its full growth.

Reproduction of mite.

As I caught the Mites I found that they had sharp eyesight.

For when I had barely touched them with the little instrument with which I picked them up, to my astonishment they frequently managed to evade it and run away from it [31]).

Now when I had got a sufficient number of Mites, I found several other Mites crawling on the little intestines of the aforesaid flying Creature called Crane-fly.

On catching the large Mites, which I was convinced were females, I opened several of them with the aid of the magnifying glass, and then I placed them at once before a glass of greater magnification, intending thus to detect the Eggs if I got them from their bodies, and three times in succession I saw not only the Eggs, but at the same time I saw through the shell of the Eggs, that their internal substance partly consisted of larger and smaller globules, resembling the structure of the yolks of Hen's Eggs and other Eggs, the only difference being that they are of a different size, for the round globules in a Hen's Egg (so far as I am aware) are usually larger than an entire Egg of a Mite [32]).

Eggs of mite.

I had often discovered these Eggs of the Mite previously on the rind of cheese and elsewhere, but I do not recall that I deliberately tried to get them out of its body.

---

[31]) The mites here described have no eyes, but in spite of this they have keen perception, and we might also think in this connection of contact with the long hairs at some distance. For the rest, Jacques Rohault in his *Traité de Physique* (1671), cap. 21, observed a similar phenomenon in *Sarcoptes scabiei* (de Geer). [Ey.]

[32]) The size of the eggs of these mites is of the order of magnitude of 110 μ. [Ey.]

In Letter 72 [38], of 16 July 1683, *Collected Letters*, Vol. 4, p. 67, note 22, L. wrote about the globules in the yolk of a hen's egg. L. indeed makes a reasonable estimate by comparing the size of the eggs of the mite with that of a globule in the yolk (25-100 μ).

Vorders hebbe ik onder anderen genomen een glase Tuba, ende daar inne gedaan, een stukje beschuyt, als mede vijf á zes Mijten, als wanneer [141]) ik het glas door het vuur zoo na toe sloot, dat door desselfs opening, geen Ey dat de Mijt komt te leggen, konde gaan.

Jonge mijten uit eieren.

Dese Mijten dus opgeslooten zijnde, vernam [24]) ik dat den eersten dag van haar opsluytinge een Ey was geleyt, ende den tweeden dag bevond ik vier Eyeren, ende den derden dag vernam ik zes Eyeren, ende daar benevens zag ik een Mijt doot leggen.

Den vierden dag telde ik twintig Eyeren; sedert welke tyd ik wel zag dat de Eyeren nog meerder in getal waren, maar terwijl [142]) ik in myne tellinge wel quam te dwalen, zoo heb ik na het getal der selver geen verder ondersoek gedaan.

Nademaal het nu half October was, en geen warme dagen, dede ik na dat nu vier dagen, van dat [143]) het eerste Ey geleyt was, verloopen waren, de glase Tuba in een lere kokertge en ik droeg dat in mijn zak, om te sien, hoe veel tijd de Eyeren dus nog van doen hadden, eer uyt deselve jonge Mijten souden voortkomen.

Na dat het eerst geleyde Ey agt dagen out was, vernam ik een jonge Mijt, ende des anderen daags zag ik drie jonge Mijten door het glas loopen, en doen zag ik dat maar een oude Mijt in 't leven was, en wanneer ik mijn oog liet [a]) gaan op de doode Mijte, zoo most ik oordeelen, dat de doode Mijte, van de levende voor het meerendeel wierde opgegeten [144]).

Nog een dag later zag ik vijf á zes jonge Mijten; dog het geene my bysonder [145]) voor quam, dat was, dat de jonge Mijten, niet meer dan zes pooten hadden, daar [49]) die geene die wat ouder waren, met agt pooten waren versien [146]).

Vorders heb ik door het vergroot glas alle dagen de Eyeren, die in 't opgeslooten glas, als hier vooren geseyt, geleyt waren, beschout, ende na dat deselvige ontrent vier dagen waren geleyt geweest, beelde ik my al in [118]), te konnen sien, wat vrugtbare en onvrugbare Eyeren waren. De vrugtbare dan na mijn oordeel bleven duyster, daar [49]) de onvrugbare voor de helft, duyster en de wederhelft [147]) doorschijnende waren, en welke ondoorschijnentheid; in de onvrugtbare alleen veroorsaakt wierde, dat de kleyne bolletgens in het Ey, als na de gront sakte. Want als ik daar na de Eyeren beschoude, zag ik dat van

---

a) A: lied

141) *als wanneer*, waarna.

142) *terwijl*, aangezien, daar.

143) *van dat*, sedert.

144) *Na dat*, hier: toen. Met de bijzin (*Na dat ... was*) wil L. zeggen dat er acht dagen verlopen waren, sinds hij had gezien dat het eerste ei was gelegd. Dit houdt natuurlijk niet in, dat hij dat ei nog kon aanwijzen.
De waarneming in deze alinea beschreven lijkt correct. [Ey.]

145) *bysonder*, merkwaardig, ongewoon.

146) Voor zover bekend, was L. de eerste die waarnam, dat de larve van de mijt slechts zes poten heeft. [Ey.]

147) *wederhelft*, andere helft.

I further took, among other things, a glass Tube, and put in it a small piece of rusk as well as five to six Mites, after which I sealed the glass Tube by means of fire so closely that no Egg laid by the Mite could pass through its opening.

Young mites from eggs.

These Mites being thus shut up, I saw that on the first day of their confinement one Egg had been laid, and the second day I found four Eggs, and the third day I saw six Eggs, and lying beside them I saw one Mite that was dead.

The fourth day I counted twenty Eggs: since that time I saw indeed that the Eggs had increased in number even more, but as I sometimes made an error in counting, I made no further investigation into their number.

Since it was by now the middle of October and there were no warm days, when four days had elapsed after the first Egg had been laid I put the glass Tube in a small leather case, and I carried it in my pocket, in order to see how much time the Eggs would thus still require before young Mites should emerge from them.

When the first-laid Egg was eight days old, I saw a young Mite, and the next day I saw three young Mites crawling through the glass Tube; and then I saw that only one old Mite remained alive, and when I looked at the dead Mites, I was bound to conclude that the majority of the dead Mites were eaten by the living ones [33]).

One day later again I saw five to six young Mites; but what appeared curious to me was that the young Mites had no more than six legs, whereas those that were a little older were provided with eight legs [34]).

I further examined every day through the magnifying glass the Eggs which had, as said before, been laid in the sealed glass Tube, and about four days after they had been laid I believed I was able to see which were the fertile and which the infertile [13]) Eggs. The fertile Eggs in my opinion remained opaque, whilst the infertile ones were half opaque and half transparent; this opaqueness in the infertile Eggs was only due to the fact that the tiny

---

[33]) The observation appears to be correct, but the question is how L. recognized the first egg after he had already lost count. The beginning of this sentence will have to be read as follows: „Eight days after the first egg had been laid ...” [Ey.]

[34]) To our knowledge L. was the first to observe that the larva of the mite has only six legs. [Ey.]

alle die een duyster wesen [148]) hadden behouden, de jonge Mijten daar van waren uyt geloopen [149]), en dat 'er niet over gebleven was, als de ontstukken gebrokene schors, daar [49]) in tegendeel alle de Eyeren die voor een gedeelte doorschijnende waren, in haar geheel bleven leggen.

Met de voorhaalde ontdekkingen mijn selven niet vergenoegt houdende [150]), hebbe ik genomen verscheyde glase Tuba, in de welke ik hadde gedaan een weynig gedroogde Vis. Dese glase Tubae heb ik eenige aan beyde eynden, en andere aan een eynde open gelaten, en ik leyde die digte aan [151]) een zak met meel daar ik my versekerde dat veel Mijten haar onthielden [152]). Dit dede ik met die insigte [134]), dat dus de Mijten ongeschonden en sonder met eenige vuyligheit beladen te zyn, uyt haar selfs in menigte na de gedroogde Vis soude komen loopen, gelyk ook geschiede; want als de glase Tubae dus een nagt by de meel-zak gelegen hadden, waren in eenige wel vijftig Mijten geloopen, zoo volwassene als kleynder soort, ja eenige zoo kleyn, als of zy eerst [153]) uyt den dop waren gekomen, die ook maar zes pooten hadden [154]).

Ik sloot eenige glase Tubae, om datse van de gemeene lugt [155]) niet en souden ontbloot zyn, soodanig toe, dat maar een opening over bleef, waar door na de afmeetinge van mijn oog, geen vijftigste deel van een Ey van een Myt, soude konnen doorgaan, en weder andere gaf ik meerder opening.

Dese glasen dus toe gestelt [156]) sijnde, nam ik een vergroot glas, alsoo dese dieren om haar kleynte, mijn gesigt soodanig ontwijken, dat ik met het bloote oog die beschouwende, geen leven aan deselve bekennen kan, en welke dieren, de kleynste zyn, die men mijns wetens in onse huysen vint.

Paring van mijten.

Ik zag dan aanstonts dat in eene glase Tuba, wel vijf á zes paar van dese Mijten versamelt waren, en gelyk my voor desen de versameling van de Vloon, als wat ongemeens en vreemt voor quam [157]), zoo was het niet minder met de versameling van de Mijten gelegen, want de Mannekens die lagen met haar buyk op het agterlijf van de Wijfkens, ende der selver hoofden lagen van malkanderen gestrekt, en hoe veel maal ik op den eersten, tweeden, en ook op den derden dag, na hare opsluytinge beschouden, zoo zag ik doorgaans [22]) dat vier

---

[148]) *een duyster wesen*, een donkere kleur.

[149]) *uyt geloopen*, uitgekomen.

Inderdaad blijven de bevruchte eieren geheel gevuld door de ontwikkeling van het embryo. [Ey.]

[150]) *mijn selven ... vergenoegt houdende*, tevreden zijnde.

[151]) *digte aan*, dichtbij.

[152]) *haar onthielden*, zich ophielden.

[153]) *eerst*, pas, zo juist.

[154]) Dit is vermoedelijk de meelmijt *Acarus siro* L. (vroeger *Tyroglyphus farinae* (L.)). Dit is echter een andere soort dan die L. verderop in deze brief liet afbeelden. De verschillende afmetingen die L. signaleert, houden verband met de verschillende stadia (larven met zes poten, nymphae en adulti) van de opgevangen mijten. [Ey.]

[155]) *om datse*, opdat ze (nl. de mijten); L.'s *gemeene lugt* komt ongeveer overeen met de gewone buitenlucht.

Zie over L.'s opvattingen over de *gemeene lugt* vooral de Brieven 120 [72], van 22 april 1692 en 121 [73], van 24 juni 1692, blz. 10-26 in dit deel.

[156]) *toe gestelt*, gereed gemaakt.

[157]) Zie over de *versameling van de Vloon* Brief 126 [76], van 15 oktober 1693, blz. 238-246 in dit deel.

globules in the Egg sank as it were to the bottom. For when I examined the Eggs afterwards, I saw that from all those which had remained opaque the young Mites had hatched, and that nothing was left but the broken shell, whilst all the Eggs that were partly transparent remained intact [35]).

Not being content with the discoveries described above, I took several glass Tubes, in which I put some dried Fish. Of these glass Tubes I left some open at both ends and others at one end, and I placed them close to a bag of flour, in which I was sure there were many Mites. I did this in order that the Mites might thus, uninjured and without being covered with any dirt, come crawling of their own accord in great numbers towards the dried Fish, which in fact happened. For when the glass Tubes had thus lain for one night near the bag of flour, at least fifty Mites had moved into some of the Tubes, both adults and smaller ones; nay, some were so small as if they had only just emerged from the shell, and they, too, had only six legs [36]).

In order that the glass Tubes should not be devoid of common air [37]), I sealed some of them in such a way that there only remained one opening through which, judged by sight, not a fiftieth part of a Mite's Egg could pass, and in some others again I left a larger opening.

After these glass Tubes had thus been prepared, I took a magnifying glass, since these animals, because of their smallness, so escape from my sight that, when watching them with the naked eye, I cannot discern any life in them; for these animals are the smallest which to my knowledge are found in our houses.

Copulation of mites.

I then saw at once that in one glass Tube at least five to six pairs of these Mites were copulating, and just as previously the copulation of the Fleas had appeared unusual and strange to me [38]), this was no less the case with the copulation of the Mites, for the Males lay with their belly on the abdomen of the Females, and their heads extended away from each other; and however often I watched them on the first, the second, and also on the third day after their conifenement, I invariably saw that four, five, and six pairs of them were

---

[35]) The fertilized eggs indeed remain completely filled owing to the development of the embryo. [Ey.]

[36]) This is probably the flour-mite *Acarus siro* L. (formerly *Tyroglyphus farinae* (L.)). This is, however, another species than the one which L. had caused the draughtsman to depict further on in his letter. The different sizes noted by L. are connected with the different stages (six-legged larvae, nymphs, and adults) and the individual mites collected. [Ey.]

[37]) L.'s *common air* can be identified approximately with the open air.

On L.'s views of *common air*, see particularly the Letters 120 [72], of 22 April 1692, and 121 [73], of 24 June 1692, pp. 11-27 in the present volume.

[38]) On the *copulation of the Fleas*, see Letter 126 [76], of 15 October 1693, pp. 239-247 in the present volume.

vijf en zes paar van de selvige versamelt waren, en daar benevens zag ik dat de Mannekens schoon op verre na niet volwassen sijnde, egter [28]) versamelden [158]).

Met dese mijne observatien en was ik nog niet vergenoegt [12]), maar nam voor dat ik zoo lang met mijn gesigt, hoe moede dat het ook mogt werden, was het niet met eens, het was te meer malen, soude blyven speculeren [159]), tot dat ik het begin van de versameling een en andermaal hadde gesien.

Eyndelyk kome ik te sien, dat het Manneken zig gans begaf boven op het Wyfke en plaatsende zyn agterlyf na het hooft van het Wyfke en zig begevende met het meerendeel van zyn lyf van het Wyfke soodanig af, dat de vier voorste pooten op de gront van het glas quamen, ende dat desselfs [160]) halver wegen van de buyk of agterlyf, quam te plaatsen, op het Vrouwelyk lid van het Wyfke, in dit doen hegten het Manneken zyn twee agterste pooten, en ook wel zyn vier agterste pooten, zoo vast aan beyde de sijden van het agterlyf van het Wyfke, ende dat met soodanige wel geschiktheit [161]), als of de agterste pooten tot geen ander eynde [162]) gemaakt waren, als om het Wyfke in de versameling vast te houden, en als te konnen dwingen tot de versameling [163]).

Het Manneken zyn selven als verhaalt vast gehegt hebbende, stelt zyn selven aanstonts tot de versameling, en brengt zyn Mannelyk lid, dat seer dun is, en ontrent ter halver wegen van zyn agterlyf ofte buyk geplaast is, met een groote vaardigheit [99]) voor een kleyn gedeelte uyt, en in zyn lighaam, en als soekende met het selvige het Vrouwelyk lid [164]).

In dese beweginge van het Mannelyk lid, zag ik dat binnewaarts in 't lighaam, aan weder zyde van het Mannelyk lid, een beweginge geschiede, van twee dikker lighaamtgens, die ik voor klootgens aansag [165]).

In dese arbeyt van het Manneke om tot de versameling te komen, en was het Wijfke niet stil, maar het liep sedig [166]) voort, en het manneke wierd door het Wijfke als na gesleept, sonder dat het Manneke eenige de minste resistentie dede [167]).

Wanneer nu het manneke met des selfs mannelijk lid, het Vrouwelijk lid hadde aan getroffen, ende daar in gebragt, zag ik een ongelooflijke snelle beweginge, zoo aan het mannelyk lid, als in het lighaam van het manneke,

---

[158]) Inderdaad geschiedt de paring van de mijten met de snuit in tegenovergestelde richting Onvolwassen mannetjes kunnen echter niet paren; wel kan in een populatie de grootte van de mannetjes sterk variëren. [Ey.]

[159]) *met myn gesigt … speculeren,* kijken.

[160]) Vermoedelijk is hierna vergeten: „mannelijk lid"; men leze: „en dat het zijn mannelijk lid".

[161]) *wel geschiktheit,* doelmatigheid.

[162]) *tot geen ander eynde,* met geen ander doel.

[163]) L. heeft dit zeer juist waargenomen. Het vierde pootpaar van het mannetje heeft aan iedere tars twee zuignapjes, speciaal voor de copulatie. Het derde pootpaar is vooral werkzaam om tot de juiste stand te komen ten opzichte van het vrouwtje. [Ey.]

[164]) De gecompliceerde penisstructuur ligt in rust tegen de buikzijde van het mannetje en wordt bij de paring naar buiten geklapt. [Ey.]

[165]) Inderdaad bezitten de mijten in totaal vier bewegelijke genitaaltasters. Zij hebben niets met *klootgens,* in de zin van testikels, te maken; misschien dienen zij voor het juist richten om de zeer kleine copulatie-opening van het wijfje te vinden. [Ey.]

[166]) *sedig,* rustig, bedaard.

[167]) Inderdaad laat het mannetje zich passief meeslepen. [Ey.]

copulating, and I also saw that the Males, although they were by no means full-grown, yet were copulating [39]).

I was not yet satisfied with these observations, but I resolved to continue watching, however tired my eyes might become, if not once, then many times, until I had seen the beginning of the copulation one or more times.

At last I saw that the Male climbed wholly on top of the Female, placed its abdomen close to the head of the Female, and moved with the greater part of its body away from the Female in such a way that the four forelegs came to rest on the bottom of the glass Tube, and that it placed its male organ half-way from the belly or abdomen on the Female organ of the Female; as it did so the Male attached its two hind legs, and sometimes even its four hind legs, so firmly on either side of the Female's abdomen, and that so effectively as if the hind legs had been made for no other purpose than to hold the Female during copulation and to force it as it were to copulate [40]).

When the Male has attached itself as here described, it at once prepares for the copulation and thrusts a small part of its Male organ, which is very thin and is placed about half-way along its abdomen or belly, with great speed out of and into its body, as if it were seeking the Female organ with it [41]).

During this movement of the Male organ I saw that inside the body, on either side of the Male organ, a movement took place of two thicker little organs, which I took to be little balls [42]).

While the Male thus tried to carry out the copulation, the Female did not remain still, but quietly moved on, and the male was, as it were, dragged along by the Female without the Male putting up the slightest resistance [43]).

Now when the male, with its male organ, had found the Female organ and brought it into the latter, I saw an incredibly rapid movement, both in the

---

[39]) The copulation of the mites indeed takes place with the snouts in opposite directions. Half-grown males, however, cannot copulate; it is true that the size of the males may vary greatly in one population. [Ey.]

[40]) L. has observed this quite correctly. On each tarsus the fourth pair of legs of the male has two suckers, specially intended for the copulation. The third pair of legs is used in particular to reach the proper position in relation to the female. [Ey.]

[41]) In the position of rest the complicated penis structure rests against the ventral side of the male and is folded outwards during copulation. [Ey.]

[42]) The mites indeed possess a total of four mobile genital feelers. They have nothing to do with *little balls* in the sense of testicles; perhaps they serve to guide the penis so as to find the very small copulation opening of the female. [Ey.]

[43]) The male indeed allows itself to be dragged along passively. [Ey.]

digte aan het Mannelyk lid, ja soodanige [168]) bevende beweginge, als men bedenken, of het oog bereyken [169]) konde. En als ik met mijn oog lang op dese beweginge bleef staan, most ik besluyten, dat met dese bevende beweginge, zoo snel voor een kleyn gedeelte, het Mannelyk lid, uyt en inwaarts, in het Vrouwelyk lid wierd gestooten [170]).

Wanneer nu de versameling was geschiet bleef het Wyfke voor een weynig tijts seer stil staan; dog een weynig versamelt geweest sijnde, liep het Wijfke sedig voort, in welk doen, het Manneke zyn voorste vier, en ook wel zes pooten, veeltijts die sedig te rugge sette [171]), om sig na te laten slepen, zoo dat ik noyt gesien heb, dat het manneke het Wyfke voorttrok [167]).

Dit versamelt blyven, duyrde, zoo lang, dat hoe veel ik die ook beschoude, my maar twee maal is te vooren gekomen, dat ik die van malkanderen zag scheyde. Wanneer ik eens op twee versamelende Mijten in de tyd van drie uuren, die seer veel maal beschoude, zag ik, dat die eyndelyk van malkanderen scheyde, maar nu was my nog onbekent, hoe lang die versamelt hadde geweest, doen ik deselve eerst quam te sien [172]).

Of nu het mannelyk lid soodanig gestelt is, gelyk het mannelyk lid van de Vloo, dat het in de versameling moet vast blyven; dan dat het vast blyven, alleen bestaat uyt het vast houden van de agterste pooten van het manneke, dat is my onbekent. Dog het laatste komt my het waarschynentlykste voor [173]).

Te meer, om dat ik veel maal het manneke zoo als het versamelt was, van het Wijfke hebbe tragten te separeren, als mede heb ik [174]), zoo als die versamelt waren, wel voor het vergroot glas gestelt, en doorgaans ondervonden [175]), dat in soodanig doen, het manneke het Wijfke quam te verlaten, of ook maar een weynig tyd versamelt bleven, sonder dat ik oyt hebbe konnen merken, dat het mannelyk lid met een knoopagtig deel was versien [176]).

Het geene my in de versameling ook aan merkens waardig [177]) voor quam, dat was, dat wanneer het manneke des selfs, mannelyk lid, uyt zyn lighaam quam te steeken, het selfde niet voorwaarts uyt stak, gelyk de vier voetige dieren, maar het stak zyn mannelyk lid agterwaarts uyt.

Als wy nu gedenken dat in de versameling de hoofden van den anderen af [178]), ende de agter lijven na den anderen gestrekt leggen, contrarie andere dieren zoo moet ook volgen, zal de versameling in dese kleyne dieren in ge-

---

[168]) *soodanige*, zo snelle.

[169]) *bereyken*, waarnemen.

[170]) Een mooie beschrijving van de gebeurtenissen tijdens de copulatie. [Ey.]

[171]) *veeltijds die sedig te rugge sette*, het woord *die* is overtollig.

[172]) De paring kan inderdaad uren duren. [Ey.]

[173]) De positie van het mannetje blijft verzekerd door de tarsale zuignappen (vgl. aant. 163) en door twee grote zuignappen ter weerszijden van zijn anaalspleet. [Ey.]

[174]) *heb ik*, lees: heb ik er.

[175]) *en doorgaans ondervonden*, en telkens gezien.

[176]) Er is inderdaad geen knoopachtig uiteinde. Wel is het mogelijk, dat het uiteinde van de penis enigszins in de copulatie-opening wordt geklemd. [Ey.]

[177]) *aan merkens waardig*, opmerkelijk, merkwaardig.

[178]) *van den anderen af*, van elkaar.

male organ and in the body of the male close to the Male organ, nay, as rapid a quivering movement as one might imagine or the eye might perceive. And while I kept looking for a long time at this movement, I was bound to conclude that by this quivering movement, so rapid for a small part, the Male organ was being thrust out of and into the Female organ [44]).

Now when the copulation had taken place, the Female remained very still for a short time; but after having copulated for a short time, the Female quietly moved on, while the Male quietly put back its four, and sometimes six, forelegs, allowing itself to be dragged along, so that I have never seen the male pull the Female along.

This copulation lasted so long that, however often I examined them, only twice did I see them disengage from each other. Once, when I looked for three hours at two Mites copulating a great many times in the space of three hours, I saw that at last they disengaged from each other, but I still did not know how long they had been copulating when I first saw them [45]).

I do not know whether the male organ is placed in such a way, like the male organ of the Flea, that it has to remain attached during copulation or whether this attachment only consists in that the male holds the female with its hind legs. But the latter seems most probable to me [46]).

This seems more likely because I frequently tried to disengage the male from the Female as it was copulating; I also put them, as they were copulating, before the magnifying glass, and each time I did so I saw that either the male let go the Female or they copulated only a short time, without my ever having been able to observe that the male organ was provided with a nodular part [47]).

What also seemed remarkable to me in the copulation was that, when the male thrust its male organ out of its body, it did not stick it forwards like the quadrupeds, but it stuck its male organ backwards.

Now if we bear in mind that during the copulation the heads are turned away from each other and the abdomens are turned towards each other, contrary to other animals, it must also follow that, if the copulation of these

---

[44]) A wonderful description of what happens during copulation. [Ey.]

[45]) The copulation may indeed take several hours. [Ey.]

[46]) The position of the male is ensured by means of the tarsal suckers (compare note 40) and by means of two large suckers on either side of its anal opening. [Ey.]

[47]) There is indeed no nodular end. It is, however, possible that the end of the penis is wedged somewhat in the copulation opening. [Ey.]

schikte ordre [179]) toe gaan, dat het mannelyk lid niet voorwaarts, maar agterwaarts uyt moet gestooten werden, ende dat sonder sulks de versameling niet en soude te weeg gebragt werden [180]).

Al hoe wel ik voor eenige jaren gesien heb, dat de Myt afgeteikent was, zoo heb ik die egter [28]) laten afteikenen, om aan te wysen, zoo veel doenlyk was het maaksel van de selvige, gelyk het den plaat-snyder heeft gesien, ofte konnen na volgen [181]).

fig. LXX. Fig: 8. AB. Verbeelt het Ey van de Myt welkers schors met zoo veel punctige uyt steeksels [a]) is versien, dat de schors ons als gestippelt voort komt, en welke Eyeren men seer veel komt te sien, op de korsten van een kaas, en voornamentlyk als die wat out is, en wanneer men de Myt op deselvige ontdekt.

fig. LXXI. Fig: 9. CDEF. Vertoont de Myt, zoo als de plaat snyder hem heeft gesien, wanneer die met des selfs rugge op de punct van een naalde was vast gekleeft.

Bouw van mijt. Dit dier heeft agt pooten, waar in ook alle de ledekens, daar mede yder poot is versien, voor zoo verre zyn afgebeelt, als men heeft konnen na volgen. Boven de geseyde ledekens is yder pootge versien met twee uytstekende kleyne krom klaeuwtgens, aan yder eynde van de poot, waar mede het dierke sig seer vaardig [182]) weet vast te houden, en my wel voor gekomen is, dat een vast gekleeft Mytge, met een van zyn klaeuwtgens, een haartge van een andere Myt vattende, de gantsche Myt daar mede niet alleen een lange tyd bleef om hoog houden, maar dat te verwonderen is, dat was, dat zoo een enkel haartge van de Myt soo stark en styf [183]) was, dat het een gantsche Myt konde dragen, en daar op als quam te ruste [184]).

Met D. werd het hooft van de Myt aan gewesen, welkers voorste gedeelte zoo scharp, schoon het een weynig gespleten is, (en uyt welkers openheit ik wel gesien heb, dat een tongs gewyse uytsteeksel wierd gebragt) dat de mond bequaam [b]) is, om de vlees-musculen uyt de pooten van een Luys te eeten, sonder dat de huyt van de poot van de Luys, anders dan met een smalle lange opening geschonden was [185]).

Vorders, was aan yder zyde van het hooft een krom gebogen hairtge, dat zyn begin nam uyt de dikte van het hooft, ende des selfs eynde plaatste sig niet verre van het eynde van het hooft, als of het daar mede [186]) vast hadde geweest,

---

a) A: nyt steeksels b) A: bequam

179) *in geschikte ordre*, op de juiste wijze, zoals het behoort. C: *rite*.

180) De penisstructuur ligt in rust tegen de buik en naar voren gericht. Bij het uitklappen en scharnieren wordt deze dus naar achteren gericht om aldus de terminaal gelegen copulatie-opening van het vrouwtje te kunnen bereiken. [Ey.]

181) *na volgen*, afbeelden, natekenen (nl. naar de natuur).

182) *vaardig*, behendig.

183) *styf*, stevig.

184) *en daar op als quam te ruste*, die daarop als het ware kwam te rusten.
Er is slechts één klauwtje en één ambulacrum; beiden zijn niet geschikt om te grijpen. Men zal moeten denken aan vastplakken. [Ey.]

185) Een mijt heeft geen kop in de eigenlijke zin van het woord maar wel een gnathotsoma. Het gespleten zijn zal duiden op de beide getande cheliceren met een digitus fixus en een digitus mobilis, welke digiti het fijne knaagwerk kunnen verrichten. [Ey.]

186) *daar mede*, daaraan.

small animals is to take place in the proper way, the male organ must not be thrust forwards, but backwards, and that otherwise the copulation would not be accomplished [48]).

Although I saw pictures of the Mite some years ago I still had a drawing of it made, in order to show, as far as possible, its structure as the engraver saw it, or was able to portray it.

Fig. 8. AB represents the Egg of the Mite, whose shell is provided with so many pointed protuberances that the shell appears speckled to us; these Eggs are seen very often on the rinds of cheese, and especially when the latter is rather old and when the Mite is discovered on it. *fig. LXX.*

Fig. 9. CDEF shows the Mite as the engraver saw it when it had been stuck with its back on the point of a needle. *fig. LXXI.*

This animal has eight legs, in which all the joints with which each leg is provided are also shown in so far as they could be depicted. Over and above the said joints each little leg is provided with two protruding and crooked little claws at the end of each leg, with which the little animal manages to hold on to things very dexterously; I have even seen that a Mite that was stuck fast, gripping a little hair of another Mite with one of its little claws, not only held the whole Mite on high by it for a long time, but what was astonishing was that such a single little hair of the Mite was so strong and firm that it could carry a whole Mite and the latter rested on it as it were [49]). *Structure of mite.*

At D is shown the head of the Mite, the front part of which is so pointed, although slightly slit (and out of this opening I sometimes saw a tongue-like protuberance being stuck) that the mouth is able to eat the flesh muscles out of the legs of a Louse without the skin of the leg of the Louse being damaged, apart from a narrow, long slit [50]).

Furthermore, on either side of the head there was a crookedly bent little hair, which had its beginning in the thick part of the head, while its extremity

---

[48]) In the position of rest the penis structure rests against the belly and is directed forwards. As it is folded out and pivots it is therefore directed backwards in order to reach the terminal copulation opening of the female. [Ey.]

[49]) There is only one claw and one *ambulacrum;* neither is suitable for gripping. It is probably a matter of adhesion. [Ey.]

[50]) A mite does not have a head in the sense proper of the word, but it does have a *gnathostoma.* The statement that it is slit probably points to the two serrate *chelicerae* with a *digitus fixus* and a *digitus mobilis,* which *digiti* can perform the fine gnawing operations. [Ey.]

en ik soude het daar ook voor aan gesien hebbe. Dog als ik veel maal quam te sien, dat als de Mijt met zyn pooten daar quam aan te raaken, het zy dat hy met zyn pooten des selfs hooft quam te reynige, gelijk wy wel sien, dat onse Katten doen, of andere dieren, dus dese hairtgens uyt haar plaats quam te stooten, zoo sprongen die, of het een staale veertge hadde geweest, weder met een bogt op haar plaats. Uyt welk gesigt ik in gedagten nam [187]), of dese kromte van de haartgens niet gemaakt waren, om de oog-appels te beschermen [188]).

Met E. werd aan gewesen een heuvelagtig deel, waar mede de Mijten versien zyn. Dog wat gebruik dit deel heeft, dat heb ik niet konnen ontdekken, want ik heb [189]) verscheide maal aan de Vrouwelijke Mijten gesien, zoo als zy versamelt waren, als mede meest doorgaans [61]) aan de Mannelijke Mijten.

Het deel aan E. dat boven een weinig gespleten is, en boven uit het heuvelagtig deel uit steekt, dat bragt de Mijt in 't afteikenen veel maal zoo verre [190]) uit zyn lighaam, en kort daar aan haalden het weder inwaarts [191]).

Ontrent F. werd aangewesen het deel, daar de excrementen geloost werden, en [192]) ook het Vrouwelijk lid staat, en welk deel in andere Mijten wel wat verder buiten uit steekt [193]).

Dese Myt die hier afgebeelt is, was een Myt, die niet op gevangen was ontrent meel ofte kaas, maar deselvige was genomen van gerookt vlees, daar deselvige in groote menigte op waren, en al hoe wel de maaksels seer net [194]), met de Mijten hier vooren verhaalt, over een quamen, zoo waren die egter [28]) wat grooter. Dog of de oorsaak van der selver groote niet en komt, van het overvloet vogtig voetsel die deselve van het vlees halen, daar die geene, die in 't meel gevonden werden, de vogt ontbreekt [195]).

---

[187]) *ik in gedagten nam*, ik op de gedachte kwam.

[188]) De mijt heeft geen ogen, dus de *haartgens* kunnen niet dienen voor bescherming van de ogen. Deze *haartgens* moeten de setae verticales internae (stijve veerkrachtige haren) zijn. [Ey.]

[189]) *ik heb*, lees: ik heb het.

[190]) *zoo verre*, nl. zo ver als op de tekening te zien is.

[191]) Het *heuvelagtig deel* is de ei-opening die tussen de poten van het vrouwtje ligt, dus op een geheel andere plaats dan de terminale copulatie-opening. Van binnen is de ei-opening voorzien van plooien en er zitten twee kleppen op. [Ey.]

[192]) *en*, lees: en waar.

[193]) Dit is een prachtige waarneming van L., want zelfs in de 19de eeuw werd de copulatie-opening van de mijt nog verkeerd geïnterpreteerd.

De *andere Mijten* met een verder uitstekende copulatie-opening zullen de krijnluizen, *Glycyphagus domesticus* (de Geer), zijn. [Ey.]

[194]) *seer net*, nauwkeurig.

[195]) De zin is niet voltooid. Er had nog moeten volgen: „is mij onbekend", of andere woorden van die strekking.

A. C. Oudemans determineerde in zijn *Kritisch Historisch Overzicht der Acarologie, eerste gedeelte, 850 v. Chr. tot 1758* (in *Tijdschrift voor Entomologie*, Dl. 69 (1926), supplement, blz. 199) *Fig: 9* als *Tyrolichus casei* Oudms. Hij meende, dat alleen deze figuur betrekking had op mijten van gerookt vlees en dat *Fig: 10* zou slaan op mijten uit meel, die dan tòch *T. casei* zouden zijn. Waarschijnlijk moet men het zó lezen, dat beide figuren zijn gemaakt naar mijten van gerookt vlees. Het verschil in grootte kan veroorzaakt worden door voedsel, maar ook door verschil in soort. [Ey.]

fig. LXXI.

fig. LXXII.

was placed not far from the back of the head, as if it had been attached thereto, and I might even have assumed this to be true. But I often saw that, when the Mite happened to touch it with its legs, perhaps because it was cleaning its head with its legs, as we sometimes see our Cats or other animals doing, and thus thrust these little hairs from their place, they flew back again to their former place in a curve as if they had been steel springs. On seeing this, I wondered whether this curvature of the little hairs might not be intended to protect the eyeballs [51]).

At E is shown a protruding part with which the Mites are provided. But I have not been able to discover what is the use of this part, for I have seen it several times on the Female Mites as they were copulating, and also generally on the Male Mites.

While the Mite was being drawn, it often pushed the part at E, which is slightly slit at the top, as far out of its body as shown here, and shortly afterwards drew it inwards again [52]).

Near F is shown the part where the excrements are discharged and where is also found the Female organ; this sometimes sticks out a little further in other Mites [53]).

The Mite which is shown here was a Mite that had not been caught on flour or cheese, but it had been taken from smoked meat, on which great numbers of them were present, and although their structures were exactly the same as those of the aforesaid Mites, yet they were slightly bigger. But I wonder whether the cause of their large size is not the abundance of moist nourishment which they get from the meat, whereas those which are found in flour lack moisture [54]).

---

[51]) The mite has no eyes; the *little hairs* cannot therefore serve to protect the eyes. These *little hairs* must be the *setae verticales internae* (rigid elastic hairs). [Ey.]

[52]) The *protruding part* is the egg vent, which lies between the legs of the female, *i.e.* in quite a different place from the terminal copulation opening. On the inside the egg vent is provided with folds and there are two valves on it. [Ey.]

[53]) This is a splendid observation of L., for as late as the nineteenth century the copulation opening of the mite was still interpreted wrongly.

The *other Mites* with a copulation opening protruding further will be *Glycyphagus domesticus* (de Geer). [Ey.]

[54]) In his *Kritisch Historisch Overzicht der Acarologie, eerste gedeelte, 850 v. Chr. tot 1758* (in *Tijdschrift voor Entomologie,* Vol. 69 (1926), supplement, p. 199) A. C. Oudemans identified *Fig. 9* as *Tyrolichus* *fig. LXXI.*
casei Oudms. He thought that only this figure related to mites from smoked meat and that *Fig. 10* *fig. LXXII.*
referred to mites from flour, which he assumed to be *T. casei* all the same. Probably the matter should be interpreted in the sense that both figures have been made to illustrate mites from smoked meat. The difference in size may be caused by the food, but also by a difference in species. [Ey.]

Wanneer ik de Mijten van het gerookt vlees hadde genomen, en in een nieuwe glase Tuba wat veel by den anderen [14]) dede, zoo konde deselve haar niet behelpen, maar mosten veeltijts blyven daar zy waren, of gingen seer langsaam voort, om dat zy met haar klautgens niet in 't glas konden slaan, ende dat [196]) der selver hairtgens om de vettigheit aan het glas kleefden, haar voortgang beletten [197]).

Wijders heb ik de plaatsnyder verscheide malen de Mijten, zoo als deselvige in de glase Tuba waren opgeslooten, en versamelt waren, door een vergroot glas laten sien, en hem bevoolen zoo veel hem doenlijk was, de versameling van de Mijten af te beelden.

fig. LXXII. Fig: 10. GHI. ende KLM. Verbeeld de versameling van de Mijten, waar van GHI. het Wijfke, ende KLM. het manneke is, waar aan men nu klaar komt te sien, dat dese versameling contrarie is, de viervoetige dieren ons bekent, dog in mijn oog quamen de agter lijven een weinig verder over malkanderen te leggen [198]).

Sien wy nu de volmaaktheit en ongemeene ordentelykheit [199]), zoo in 't maaksel van de Myt, als in des selfs versameling, en welke dierkens mijn wetens als hier vooren [200]) gelyk de kleynste dieren zyn, die wy in onse huysen vinden, en die by de meeste menschen om hare kleynheit onbekent zyn, sullen nu de verre siende [201]) natuur kenners, met my niet moeten seggen, dat zoo onmogelyk als een Olifant uyt een stofke kan voortkomen, dat zoo onmogelyk een Mijtge uyt meel nog uyt bedervinge [202]), maar alleen uyt voorteelinge, als hier vooren verhaalt, moet voortkomen [203]).

Levensduur van mijt. Ik kan niet na laten hier nog by te voegen, dat ik de afgeteikende Myt op de punct van een naalde hebbe laten staan, en opgeslooten in een blik doosje over trokken met leer, om te vernemen [204]) hoe lange dese Myt dus vast ge-

---

[196]) *dat*, omdat.

[197]) Vochtigheid kan in een buisje deze langharige mijten sterk hinderen. Meel is een veel drogere substantie dan gerookt vlees. [Ey.]

fig. LXXII. afb. 26. [198]) Dit is een prachtige waarneming van L., want inderdaad liggen de achterlijven van de parende mijten veel meer over elkaar dan in *Fig: 10* getekend is. Het midden van de ventrale zijde van het mannetje moet komen te liggen tegen de terminale ronding van het vrouwtje (zie afb. 26). [Ey.]

[199]) *ongemeende ordentelykheit*, buitengewone fraaiheid.

[200]) Hier had wel moeten staan: „als hier vooren geseit".

[201]) *verre siende*, scherpzinnige, met goed inzicht.

[202]) *bedervinge*, rotting.

[203]) L. heeft na zijn verhandelingen over de luizen en de vlooien ook nu voor de mijten aangetoond, dat *generatio spontanea* uitgesloten is.

Hij was de eerste die een volledige en bovendien zeer goede beschrijving van de ontwikkeling en voortplanting van de mijten gaf. Vóór hem nam Swammerdam in 1669 (*Historia Generalis Insectorum*, blz. 71) reeds waar, dat mijten uit eieren kwamen en dat de larven al dadelijk op de adulti lijken, maar hij zag niet, dat de larven in tegenstelling tot de adulti slechts zes poten hebben. In 1687 beschreef Giovan Cosimo Bonomo in zijn brief aan Redi (*Osservazioni intorno a Pellicelli del Corpo Umano*) behalve het ontstaan van mijten uit eieren ook nog de copulatie van de mijten. Maar ook hij zag niet, dat de larven zes poten hebben. [Ey.]

[204]) *vernemen*, waar te nemen.

When I had taken the Mites from the smoked meat and put a good many of them together in a new glass Tube, they could not help themselves, but most of the time they either had to stay where they were or they proceeded very slowly, because they could not strike their little claws into the glass and because their little hairs, owing to their greasiness, stuck to the glass and prevented their progress [55]).

Furthermore I showed the Mites several times to the engraver through a magnifying glass, as they were enclosed in the glass Tube and were copulating, and I ordered him to picture the copulation of the Mites as well as he could.

Fig. 10. GHI and KLM show the copulation of the Mites, of which GHI is the Female and KLM the male, where it can now be clearly seen that this copulation is contrary to that of the quadrupeds known to us; but it appeared to me that the abdomens lay a little further over each other [56]). *fig. LXXII.*

Now if we see the perfection and the uncommon beauty both of the structure and of the copulation of the Mite – which little animals, to my knowledge, as said before, are about the smallest animals which we find in our houses and, because of their smallness, are unknown to most people – will not intelligent students of nature have to agree with me that just as an Elephant cannot possibly originate from a speck of dust, neither can a little Mite originate either from flour or from decayed matter, but is it produced only by procreation, as described before [57]).

Term of life of mite.

I cannot omit to add that I left the Mite that had been pictured stuck on the point of a needle, and enclosed it in a small tin box covered with leather,

---

[55]) In a tube moisture may greatly hinder these long-haired mites. Flour is a much drier substance than smoked meat. [Ey.]

[56]) This is a splendid observation of L., for the abdomens of the copulating mites indeed lie much further over each other than is shown in *Fig. 10.* The middle of the ventral side of the male should rest against the terminal bulge of the female (see Ill. 26). [Ey.] *fig. LXXII. ill. 26.*

[57]) After his treatises on lice and fleas L. now has also proved for mites that *generatio spontanea* is out of the question.

He was the first to give a complete as well as a very good description of the development and reproduction of mites. Before him, SWAMMERDAM observed already in 1669 (*Historia Generalis Insectorum*, p. 71) that mites were generated from eggs and that the larvae at once resembled the adults, but he failed to see that the larvae, unlike the adults, have only six legs. In 1687 GIOVAN COSIMO BONOMO in his letter to REDI (*Osservazioni intorno a Pellicelli del Corpo Umano*) described, besides the generation of mites from eggs, also the copulation of mites. But he again failed to see that the larvae have six legs. [Ey.]

kleeft, sonder eenig voetsel (zoo ik my inbeelde [13])) soude in 't leven blyven [205]).

Ik observeerde deselvige meest doorgaans [61]) twee maal daags, en vond die altijts met der selver pooten in een groote beweginge, en zag veeltijts dat de Myt in de een of de andere poot een weinig [206]) doorschijnende stoffe hadde, en ook lag dese stoffe in meerder quantiteit op de borst van de Myt.

Wanneer nu de Myt agtentwintig dagen, zoo was vast gekleeft geweest, zag ik dat deselvige alle de stoffe die op des selfs borst hadde gelegen, nu in de eene ende dan weder in een andere poot nam sonder die te verlaten [207]), en wanneer ik nu zag, dat die in een van de agterste pooten was, blaasde ik de stoffe uit de poot.

Als ik na die tyd de Myt beschoude, zag ik dat weder een weinig stoffe die doorschynende was, niet alleen aan zyn pooten hadde, maar dat mede verscheyde van die deelen zoo op de borst en op den hals waren leggende, en op den 33. dag dat de Myt hadde vast gekleeft geweest, was dese stoffe al vry vermeerdert, en alsoo ik in 't eerst gedagten hadde, of dese stoffe niet wel mogt zyn de drek, die de Myt, was quijt [a]) geworden, zoo most ik het my ontgeven [208]), en ik nam voor de gom te observeren, waar mede de Myt was vast gekleeft, en zag met verwondering, dat de Myt met der selver agterste pooten daar mede hy aan de gom konde raken, de gom zoo verre door behulp van des selfs uit stekende kleine klaautgens, de gom van de naalde hadde weten af te halen, zoo verre als de pooten of klaautgens die bereyken konde.

Hier stond ik te meer verset [209]), om dat ik niet en konde begrypen, hoe zoo een klein dierke, soo een groote kragt in zyn pooten konde hebben, dat [210]) gedroogde Arabise gom konde aanstukken arbeyden, dog als wy het niet in de starkte van de pooten, maar dat het alleen uit de uit nemende dunne en scharpe klaautgens bestaat, waar mede de pooten versien zyn, zoo konnen wy ons eenigsints voldoen [211]).

---

[a]) A: quit

[205]) Voor zover bekend, bestaan van de hierna volgende experimenten geen moderne tegenhangers.

Wat de levensduur betreft, staat vast, dat sommige mijten lang zonder voedsel in leven kunnen blijven. [Ey.]

[206]) *een weinig*, een beetje; *weinig* is dus geen bijwoord.

[207]) *verlaten*, loslaten.

[208]) *most ik het my ontgeven*, moest ik het mij uit het hoofd zetten.

[209]) *verset*, verbaasd.

[210]) *dat*, lees: dat het.

[211]) Achter *in de starkte van de pooten* moet een woord vergeten zijn, waarschijnlijk „zoeken". Ook overigens is de zin niet gelukkig gebouwd; de betrekking van *het* (*dat het alleen ... bestaat*) is grammaticaal onduidelijk. Niettemin is de bedoeling niet mis te verstaan: „maar als wij de verklaring niet zoeken in de kracht van de poten, maar in de buitengewone dunte en scherpte van de klauwtjes ..., kunnen wij onszelf enigszins tevreden stellen."

Bij L.'s waarneming over de Arabische gom zou men kunnen veronderstellen, dat met de poten speeksel op de gom wordt gebracht en dat aldus kleine partikeltjes kunnen worden losgeweekt. Dat het excrementen waren, is onwaarschijnlijk. Of uit de ei-opening een zekere afscheiding kan komen, is niet bekend. [Ey.]

in order to learn how long this Mite, thus stuck fast, would live without any nourishment (as I firmly believed) [58]).

I usually examined it twice daily, and invariably found it moving its legs energetically; and I often saw that the Mite had some transparent substance on one or the other of its legs, and this substance also lay in a larger quantity on the chest of the Mite.

Now when the Mite had been thus stuck fast for twenty-eight days, I saw that it took all the substance that had lain on its chest now on one leg and then again on another, without letting go; and when I saw that it was on one of the hind legs, I blew the substance off the leg.

When I later examined the Mite, I saw again that it had some of the transparent substance not only on its legs, but that also several of those particles lay both on the chest and on the neck; and on the 33rd day after the Mite had been stuck fast this substance had already increased considerably, and whilst at first I wondered whether this substance might not be the dung which the Mite had got rid of, I had to dismiss this from my mind, and I decided to examine the gum with which the Mite had been stuck fast. I saw to my astonishment that with its hind legs, with which it could touch the gum, the Mite had managed to get the gum off the needle with the aid of its little protruding claws as far as its legs or claws could reach it.

At this I was all the more amazed because I could not understand how such a tiny little animal could have such strength in its legs that it could break up dried gum Arabic, but if we do not seek the explanation in the strength of the legs, but in the extremely thin and sharp little claws with which the legs are provided, we can understand it to some extent [59]).

---

[58]) To our knowledge there are no modern counterparts of the experiments following here.
As to the term of life, it is firmly established that some mites can live without food for a long time. [Ey.]

[59]) As to L.'s observation about the gum arabic, it might be assumed that saliva is put on the gum with the legs and that small particles may thus be soaked off. It is unlikely that they were excrements. It is unknown whether some secretion may flow out of the egg vent. [Ey.]

De verhaalde laatste vast gestelde [218]) Mijt, bleef zoo lang in 't leven, tot dat'er elf-weken en eene dag waren verloopen, dog op den laatsten dag zag ik, dat maar de twee voorste pooten een seer weynig beweginge hadden.

Het geene my in dese laatste Mijt mede aan merkens waardig [177]) voor quam, dat was, dat ik aan de verhaalde Mijt, in de tijd van elf-weken, om zoo te spreeken geen verandering aan zyn lighaam konde gewaar werden, maar wanneer dese Mijt agt dagen hadde doot geweest, was het lighaam van de Mijt, (door de weg wasemende vogt) seer ingekrompen.

Levensduur van mijten in koude.

Vorders heb ik verscheyde volwassene Mijten, in een groote glase Tuba opgeslooten, ende daar in tot spijs gedaan een stukje kaas, en een groote Vlieg; alleen met die insigte [134]), omme te vernemen of deselvige de koude soude konnen verdragen, en ondervonden [8]) dat de Mijten niet alleen in 't leven bleven, maar haar ook beweegden, ende dat [219]) wanneer ik in groote koude een weynig warmte daar ontrent bragt, veel meerder beweeginge maakten, en zag ook dat deselvige in gemeene [220]) koude versamelden, als ook mede dat uyt de geleyde Eyeren jongen quamen, dog dat dese Eyeren wel een maant en langer [221]) waren geleyt geweest [222]).

Ik zal hier mede afbreeken ende na presentatie van mijn gansch onderdanigen dienst blyven enz:

A. Leeuwenhoek.

---

[218]) *vast gestelde*, op de naald vast gekleefde.

[219]) *dat*, lees: dat zij.

[220]) *gemeene*, gewone.

[221]) *langer*, lees: langer geleden.

[222]) Volgens L. komt het ei bij lage temperatuur pas na een maand uit. Eerder in deze brief, op blz. 298, stelde L. vast, dat bij kamertemperatuur het ei na acht dagen uitkomt. M.a.w. L. toont aan, dat de temperatuur invloed op de ontwikkeling van het ei heeft.

The last-mentioned Mite that had been stuck on the needle remained alive until eleven weeks and one day had elapsed, but on the last day I saw that only the two forelegs moved very slightly.

What also seemed remarkable to me about this latter Mite was that in the space of eleven weeks I could not, so to speak, perceive any change in its body, but when this Mite had been dead eight days, its body (through the evaporation of the moisture) had shrivelled very much.

Term of life of mites in the cold.

I further enclosed several full-grown Mites in a large glass Tube, and put a small piece of cheese and a big Fly in it as nourishment. I did so merely in order to see whether it would be able to bear the cold, and I found that the Mites not only remained alive, but also moved, and that when, in severe cold, I created some warmth near them, they made much greater movements, while I also saw that in ordinary cold they copulated, and that young Mites came from the Eggs that had been laid, but that these Eggs had been laid at least a month before or more [61]).

I will break off here, and remain, after proffering my most humble service, etc.,

A. LEEUWENHOEK.

---

[61]) According to L. at a low temperature the egg only hatches after one month. Earlier in this letter, on p. 299, L. stated that at room temperature the egg hatches after eight days. In other words, L. proves that the temperature affects the development of the egg.

19 januari 1694

d' Hr Ric: Waller

Wel Edele Hoogh Geleerde Heer.

Ik wil niet twijfelen of sijne Wel Ed: sal mijn laaste missive, nevens de gedrukte observatien, die ik met alle onderdanigheijt, aan de Hoogh Edele Heeren die vande Co: Societeit hebbe toe gesonden, wel sullen sijn ontfangen [1]).

Hier nevens gaan mijn geringe observatien rakende de Worm de Hemelt [2]) genaamt, ende de Mijt, die ik wil hoopen dat niet onaangenaam sullen sijn [3]). En [a]) ik sal na presentatie van mijne onderdanigste dienst soo aan Hare Hoogh Ed: de Heeren Leden vande Co: Societeit, als aan UE. Wel Ed: blijven.

Wel Ed: Hoogh Geleerde Heer,

Sijne Hoogh Geleerde Heer.
Onderdanige Dienaar
ANTONI VAN LEEUWENHOEK

Delft desen.
19e jani: 1693 [4]).

---

[a]) hs: sijn. en

[1]) De in de bedrijvende vorm begonnen zin wordt in de lijdende vorm voltooid. Men leze: wel hebben ontvangen.

L.'s *laaste missive* was Brief 128, van 8 december 1693, die diende als begeleidend schrijven van *de gedrukte observatien*, Brief 126 [76], van 15 oktober 1693, over de voortplanting van de vlo, blz. 266 respectievelijk blz. 204-258 in dit deel.

[2]) *Hemelt*, emelt.

[3]) Dit slaat op Brief 129 [77], van 20 december 1693, blz. 268-316 in dit deel. L. had deze zending reeds aangekondigd in de bovengenoemde Brief 128.

[4]) L. heeft, een begrijpelijke vergissing in het begin van het jaar, zijn brief verkeerd gedateerd. Dat deze brief inderdaad van 1694 is, blijkt uit de mededeling aangaande de brief over de emelt en de mijt en voorts uit de eerste zin van L.'s Brief 132, van 12 februari 1694, blz. 354 in dit deel.

19th January, 1694

Mr. Richard Waller.

Very Noble and Highly Learned Sir,

I have no doubt that Your Honour will have duly received my latest letter, together with the printed observations which I sent, in all humility, to the Very Noble Gentlemen of the Royal Society [1]).

Included herewith are my modest observations concerning the Worm called the Leather-jacket, and the Mite, which I hope will not be unwelcome [2]). And after the presentation of my humble services, both to the Very Noble Gentlemen, Members of the Royal Society, and to Your Honour, I remain,

Very Noble and Highly Learned Sir,

Your Honour's
Humble Servant
ANTONI VAN LEEUWENHOEK

Delft, this
19th of January 1693 [3]).

---

[1]) L.'s *latest letter* was Letter 128, of 8 December 1693, which accompanied *the printed observations*, Letter 126 [76], of 15 October 1693, on the procreation of the flea, p. 267 and pp. 205-259, in this volume.

[2]) This refers to Letter 129 [77], of 20 December 1693, pp. 269-317, in this volume. L. had already announced the forwarding of these notes in the above-mentioned Letter 128.

[3]) L. dated his letter wrongly, an understandable error at the beginning of the new year. That this letter dates indeed from 1694 is evident from the statement concerning the letter on the leather-jacket and the mite, as well as from the first sentence of L.'s Letter 132, of 12 February 1694, p. 355, n this volume.

Gericht aan: de Royal Society.

Manuscript: Het manuscript is niet teruggevonden.

GEPUBLICEERD IN:

A. van Leeuwenhoek 1694: *Vierde Vervolg Der Brieven* ..., blz. 607-619 (Delft: H. van Kroonevelt). – Nederlandse tekst [A].

A. van Leeuwenhoek 1695: *Arcana Naturae Detecta,* blz. 399-408 (Delphis Batavorum: H. a Krooneveld). – Latijnse vertaling.

A. à Leeuwenhoek 1722: *Opera Omnia, Seu Arcana Naturae ... Editio Novissima* ..., blz. 364-372 (Lugduni Batavorum: J. A. Langerak). – Latijnse vertaling [C].

D. Clericus 1715: *Historia Naturalis et Medica Latorum Lumbricorum* ..., blz. 64-69, 370 (Genevae). – Latijnse vertaling van de eerste helft van de brief.

N. Hartsoeker 1730: *Extrait Critique des Lettres de feu M. Leeuwenhoek,* in *Cours de Physique* ..., blz. 32 (La Haye). – Frans excerpt.

E. Valk 1745: *Genees-kundig Verhaal Van de Loop-Ziekte ... te Kampen* ..., blz. 9 (2de nummering) (Haarlem). – Gedeelte van de Nederlandse tekst.

A. J. J. Vandevelde 1922: *De Brieven 76 tot 107 van Antoni van Leeuwenhoek* ..., in Versl. en Meded. Kon. Vlaamsche Acad., Jrg. 1922, blz. 1097-1098. – Nederlands excerpt.

KORTE INHOUD:

Onderzoekingen over ingewandswormen bij aal en tarbot. Over de voortplanting van ingewandswormen. Verdere onderzoekingen over ingewandswormen bij tarbot, brasem en voorn. Over de infectie met ingewandswormen bij kinderen. Over ingewandswormen bij schelvis en kabeljauw. Over zoutdeeltjes in de darmen van kabeljauw.

OPMERKINGEN:

L. heeft aan de Royal Society geen eigenhandige brief gezonden, maar waarschijnlijk een gedrukt exemplaar, dat zich bevindt te London, Royal Society, Early Letters L. 2. 48A. De hier afgedrukte tekst is gebaseerd op [A].

Addressed to: the Royal Society.

Manuscript: The manuscript has not been traced.

PUBLISHED IN:

A. van Leeuwenhoek 1694: *Vierde Vervolg Der Brieven* ..., pp. 607-619 (Delft: H. van Kroonevelt). – Dutch text [A].

A. van Leeuwenhoek 1695: *Arcana Naturae Detecta*, pp. 399-408 (Delphis Batavorum: H. a Krooneveld). – Latin translation.

A. à Leeuwenhoek 1722: *Opera Omnia, Seu Arcana Naturae ... Editio Novissima* ..., pp. 364-372 (Lugduni Batavorum: J. A. Langerak). – Latin translation [C].

D. Clericus 1715: *Historia Naturalis et Medica Latorum Lumbricorum* ..., pp. 64-69, 370 (Genevae). – Latin translation of the first half of the letter.

N. Hartsoeker 1730: *Extrait Critique des Lettres de feu M. Leeuwenhoek*, in *Cours de Physique* ..., p. 32 (La Haye). – French excerpt.

E. Valk 1745: *Genees-kundig Verhaal Van de Loop-Ziekte ... te Kampen* ..., p. 9 (2nd numbering) (Haarlem). – Part of the Dutch text.

A. J. J. Vandevelde 1922: *De Brieven 76 tot 107 van Antoni van Leeuwenhoek* ..., in Versl. en Meded. Kon. Vlaamsche Acad., 1922, pp. 1097-1098. – Dutch excerpt.

SUMMARY:

Researches on intestinal worms in eel and turbot. On the reproduction of intestinal worms. Further researches on intestinal worms in turbot, bream, and roach. On the infection of children with intestinal worms. On intestinal worms in haddock and cod. On salt particles in the intestine of cod.

REMARKS:

L. did not send an autograph letter to the Royal Society, but probably a printed copy, which is in London, Royal Society, Early Letters L. 2. 48A. The text as here printed is based on [A].

Delft in Holland, den 24. January. 1694 [1]).

HOOG EDELE HEEREN.

MYn laatsten alder onderdanigsten enz. [2])

„Breede worm" bij de mens.

Seker Doctor Medicinae toonde my eenige kleyne stukjens, zoo een ledig als meer ledige [3]), die hy oordeelde dat een gedeelte van een Worm was, met versoek of ik die deeltgens eens wilde examineren. Ik hebbe die door het vergroot glas ondersogt, en geoordeelt dat het geen Wormen, maar leden van Wormen waren, te meer om dat ik nog hooft; nog agterste gedeelte daar aan konde bekennen, en als ik de leden, die kort en breet waren, van malkanderen separeerde, zoo vloeyde uyt de afgebrookene deelen, zoo een groote en by na onbegrypelijke meenigte van ronde bolletgens. Dese bolletgens waren wat grooter als de bolletgens van ons bloet, die het root maken, ende deselve waren zoo net van eene groote als of wy ons inbeelden koegels te sien, die in eene vorm [4]) gegoten waren.

De persoon siekelijk zijnde, de welke de boven gemelte gedeeltens van de Worm was quyt geworden. Wierd [5]) door den gemelten Doctoor getracteert [6]), daar na een veel grooter stuk van soodanigen Worm quyt geworden. Waar door hy doen zyn selven meerder als in 't eerst versekerde, dat het stukken van een Worm waren, die men den breeden Worm [7]) noemt, en welkers

---

[1]) Deze brief werd eerst op 12 februari 1694 verzonden, zoals blijkt uit Brief 132, van 12 februari 1694, blz. 354, in dit deel. Op 4 april 1694 O.S. (14 april 1694 N.S.) werd hij in de vergadering van de Royal Society gebracht, waarbij de secretaris notuleerde: *A Letter of Mr. Leeuwenhoeck was this day produced, and it was ordered, that an Abstract be made thereof* (Royal Society, *Journal Book Original*, Dl. IX, blz. 157). Het is niet bekend, of de samenvatting inderdaad is samengesteld en of de inhoud van de brief ooit nog in latere vergaderingen werd besproken.

[2]) Dit is Brief 129 [77], van 20 december 1693, blz. 270-316 in dit deel, handelend over de emelt of speketer, de sprinkhaan, de luis en de mijt.

[3]) *zoo een ledig als meer ledige*, zowel éénledige als meerledige.

[4]) *koegels*, kogels; *in eene vorm*, in een en dezelfde vorm.

[5]) De zin loopt hier nog door.

[6]) *getracteert*, behandeld. Het volgende *daar na* leze men als: daarna is.

[7]) Uit de 17de- en 18de-eeuwse literatuur over lintwormen blijkt, dat de uitdrukking *breede worm* (toentertijd in het Latijn: *Lumbricus latus*) een verzamelnaam voor platte wormen was (E. Tyson 1683: *Lumbricus latus ...*, in *Philosophical Transactions*, Dl. XIII, No. 146, blz. 113-144, ill.; N. Chomel 1778-1793: *Algemeen Huishoudelijk-, Natuurkundig-, Zedekundig-, en Konst-Woordenboek*, Dl. III, blz. 1844; *idem*, Dl. VII, blz. 4235 e.v.).

Onder de brede worm verstaat men tegenwoordig *Diphyllobothrium*, zo genoemd naar zijn leden, die korter dan breed (resp. 2-4 mm en 10-15 mm) zijn. De *ronde bolletgens* („eieren" of oncosphaeren), die volgens L. wat groter zijn dan rode bloedlichaampjes (7,2 μ), wijzen echter zonder meer op „eieren" van *Taenia saginata* L., die bijna bolrond zijn en die een diameter van 31-43 μ hebben. De „eieren" van *Diphyllobothrium* zijn daarentegen duidelijk elliptisch-peervormig en bovendien tweemaal zo groot als *Taenia*-„eieren". Daartegenover staat, dat de gravide (eierdragende) leden van *Taenia saginata* langer zijn dan breed, resp. 16-20 mm en 5-7 mm (C. F. Graig & E. C. Faust 1945 (ed. 4): *Clinical Parasitology*, blz. 486, 511, 512; C. Ph. Sluiter *et al.* 1953 (ed. 6): *De dierlijke parasieten van den mens*, blz. 199, 222-223). Vgl. ook aant. 8 van deze brief. [Pu.]

24th January, 1694

Delft in Holland, the 24th of January 1694 [1]).

VERY NOBLE SIRS,

My last most humble, etc. [2]).

„Broad worm" in man.

A certain Doctor of Medicine showed me a few small fragments, consisting of one as well as more segments, which he thought were part of a Worm, requesting me to examine those fragments. I examined them through the magnifying glass and judged that they were not Worms, but segments of Worms, the more so because I could not detect either a head or a posterior part on them. And when I separated the segments, which were short and broad, from each other, a very large and almost incredible number of round globules flowed from the parts broken off. These globules were somewhat larger than the globules which make our blood red, and they were so exactly the same size as if we imagined we saw balls which had been cast in one and the same mould.

As the person who had voided the above-mentioned fragments of the Worm was ailing, he was treated by the said Doctor and thereafter voided a much larger fragment of this Worm. In view of this he was more certain than at first that they were fragments of a Worm which is called the broad Worm [3])

---

[1]) This letter was not despatched until 12 February 1694, as appears from Letter 132, of 12 February 1694, p. 355 in the present volume. On 4 April 1694 O.S. (14 April 1694 N.S.) it was produced at the meeting of the Royal Society, where the secretary reported as follows: *A Letter of Mr. Leeuwenhoeck was this day produced, and it was ordered, that an Abstract be made thereof* (Royal Society, *Journal Book Original*, Vol. IX, p. 157). It is not known whether the abstract was actually made and whether the contents of the letter have ever been discussed in later meetings.

[2]) This is Letter 129 [77], of 20 December 1693, pp. 271-317 in the present volume, dealing with the leather-jacket or crane-fly, the grasshopper, the louse, and the mite.

[3]) From the seventeenth- and eighteenth-century literature on tapeworms it appears that the term *broad worm* (at that time in Latin: *Lumbricus latus*) was a collective name for flatworms (E. Tyson 1683: *Lumbricus latus ...*, in *Philosophical Transactions*, Vol. XIII, No. 146, pp. 113-144, ill.; N. Chomel 1778-1793: *Algemeen Huishoudelijk-, Natuurkundig-, Zedekundig-, en Konst-Woordenboek*, Vol. III, p. 1844; *ibidem*, Vol. VII, pp. 4235 ff.).

By the broad worm we nowadays understand *Diphyllobothrium*, so named on account of its segments (proglottides), which are shorter than they are broad (2-4 mm and 10-15 mm respectively). The *round globules* („eggs" or oncospheres), however, which according to L. are slightly larger than red blood corpuscles (7.2 μ), simply refer to „eggs" of *Taenia saginata* L., which are nearly spherical and have a diameter of 31-43 μ. The „eggs" of *Diphyllobothrium* on the other hand are markedly elliptic to pear-shaped and moreover twice the size of *Taenia* „eggs". On the other hand the gravid (egg-bearing) segments of *Taenia saginata* are longer than they are broad: 16-20 mm and 5-7 mm respectively (C. F. Graig & E. C. Faust 1945 (ed. 4): *Clinical Parasitology*, pp. 486, 511, 512; C. Ph. Sluiter *et al.* 1953 (ed. 6): *De dierlijke parasieten van den mens*, pp. 199, 222-223). Comp. also note 4 to the present letter. [Pu.]

afteekening onder andere in de Philosophical Transactions te vinden is [8]).

Wormen bij paling.

Na der hand mijne gedagten latende gaan, op de wormen die met veel leden zyn versien, die ik voor desen geseyt hebbe, dat [9]) in de darmen van de Alen en Palingen hadde ontdekt [10]), zoo heb ik weder genomen de ingewanden van vier seer groote Alen als [11]) Palingen, ende die openende, zag ik in twee van de selvige sulke groote en lange wormen in de darmen leggen, als ik nog noyt te vooren daar in hadde gesien. Dese wormen tragte ik van de darm af te nemen, maar ik en konde dat niet te weeg brengen, om dat het hooft van de worm zoo vast in de darm gehegt was, dat ik die niet en konde aftrekken, als met het ontstukken breeken van haar lighaam, en eer het selve quam te breeken, rekte het lighaam van de worm, in een ongemeene dunte naar advenant de dikte van haar lighaam uyt, eer de worm quam te breeken [12]).

Dese worm was van een onbedenkelijke [13]) langte, naar advenant, de breete van der selver lighaam, en schoon ik dese worm aan verscheyde stukken quam te breeken, zoo behield deselvige nog zoo een beweginge, met het intrekken van desselfs lighaam, dat het voor my geen onaangenaam gesigt [14]) veroorsaakte: want op de eene plaats drong het de leden van des selfs lighaam zoo kort in een, waar door yder lid als dan seer kort en te gelyk seer breet wierd, daar [15]) andere leden, ter selver tijd uyt gerekt werdende, seer lang en smal waren, en dit geschiede op veel bysondere [16]) plaatsen te gelyk in de worm, door welke beweginge, zoo van uyt rekkinge als inkrimpinge de worm voortkroop. Wanneer de worm zyn lighaam seer in een was trekkende, zoo was het selvige aldaar wel zes maal breeder, als daar het zyn lighaam uyt rekte.

Dese worm door [17]) het vergroot glas ontstukken gebroken hebbende, zag ik mede een onbedenkelyk [13]) groot getal van ronde bolletgens uyt het lighaam vloeyen, van deselvige groote als ik hier vooren geseyt heb, uyt [18]) het gedeelte

---

[8]) L. bedoelt ongetwijfeld het artikel *Lumbricus latus* ... door Edward Tyson in de *Philosophical Transactions*, Dl. XIII (1683), No. 146, blz. 113-144, waarin twee platen met afbeeldingen van lintwormen voorkomen. Op de eerste plaat (zie afb. 27) is duidelijk een 6 meter lange *Taenia*-soort afgebeeld. Wegens het onregelmatig afwisselen van de geslachtsopeningen in de opeenvolgende leden is deze soort hoogstwaarschijnlijk *Taenia saginata* L. Op de tweede plaat daarentegen zijn twee afbeeldingen van *Diphyllobothrium* weergegeven. Wij moeten aannemen, dat L. hier verwijst naar *Taenia saginata* L. Vgl. aant. 7 in deze brief. [Pu.]

afb. 27. *afb. 28.*

[9]) *dat*, lees: dat ik.

[10]) Zie Brief 123 [75], van 16 september 1692, blz. 150-152, aant. 80 en fig. XXIX en XXX in dit deel, waar L. schrijft over de leden van een *Triaenophorus* en de kop van *Acanthocephalus anguillae.*

[11]) *als*, en. *Aal* is bij L. jonge paling; zie *Alle de Brieven*, Dl. 8, blz. 72.

[12]) De leden van de lintworm bezitten spierelementen, die kunnen samentrekken, zodat een lintworm in zijn geheel een zekere flexibiliteit heeft. [Pu.]

[13]) *onbedenkelijke*, ondenkbare.

[14]) *geen onaangenaam gesigt*, een aardig gezicht.

[15]) *daar*, terwijl.

[16]) *bysondere*, verschillende.

[17]) *door*, voor.

[18]) *uyt*, lees: dat uit.

and a drawing of which is to be found, amongst other things, in the Philosophical Transactions [4]).

Worms in eel.

When I pondered afterwards on the Worms which have many segments and which I previously said I had discovered in the intestine of Eel [5]), I again took the intestine of four big Eel; and when I opened them, in the intestine of two of them I saw such big and long worms as I had never seen in them before. I tried to remove these worms from the intestine, but I could not manage it, because the head of the worm was so firmly fastened to the intestine that I could not pull it off unless I broke its body to pieces, and before it broke, the body of the worm was elongated to an extraordinary thinness in comparison with the thickness of its body before the worm broke [6]).

This worm had an incredible length in comparison with the breadth of its body, and even when I broke this worm to several pieces, it still kept moving, contracting its body, so that it was quite a pleasant spectacle for me. For in one place it contracted the segments of its body very much, so that each segment became very short and at the same time very broad, while other segments, which were elongated at the same time, were very long and narrow. And this happened in many different places at the same time in the worm, and by means of this movement of elongation as well as contraction the worm crawled along. When the worm contracted its body very much, it was at least six times broader in that place than where it elongated its body.

When I had broken this worm to pieces before the magnifying glass, I also saw an incredibly large number of round globules flowing out of the body, of

---

[4]) L. is no doubt referring to the article *Lumbricus latus* ... by EDWARD TYSON in the *Philosophical Transactions*, Vol. XIII (1683), No. 146, pp. 113-144, in which there are two plates with illustrations of tapeworms. On the first plate (see Ill. 27) a *Taenia* species, 6 m long, is clearly shown. In view of the irregular alternation of the genital pores in the successive segments this species in all probability is *Taenia saginata* L. The second plate, however, shows two illustrations of *Diphyllobothrium*. It must be assumed that L. is referring here to *Taenia saginata* L. Comp. note 3 to the present letter. [Pu.] *ill. 27.* *ill. 28.*

[5]) See Letter 123 [75], of 16 September 1692, pp. 151-153, note 28 and figs XXIX and XXX in the present volume, where L. writes about the segments of *Triaenophorus* and the head of *Acanthocephalus anguillae*.

[6]) The segments of the tapeworm have muscular elements capable of contracting, so that a tapeworm as a whole has a certain degree of flexibility. [Pu.]

van den breeden worm, die uyt een mensch was voort gekomen, waren uytgevloeyt [19]).

In 't kort als ik heb aan gesien de gedeelte van de worm, den breeden worm genaamt, ende dese wormen die ik uyt de Alen en Palingen heb genomen, zoo moet ik seggen, dat het een ende deselvige worm is, alleen met dit onderscheyt, dat de eene in grootheyt verre boven de andere was uyt stekende [20]).

Andere wormen bij paling.

Na desen heb ik weder op nieuw gaan ondersoeken, het ingewant van Ael en Paling, om te sien of ik daar nog geen andere soort van wormen soude vinden, te meer om dat in mijn gedagten quam, dat ik over eenige jaren [21]), wormkens uyt de darmen hadde gehaalt, die over een quamen met het maaksel van de wormen, die de kinderen quyt werden [22]). In welk doen ik wel vierderley wormen ontdekten, maar soodanige niet waar op mijn speculatien liepen [23]).

Om dat my veel maal te vooren komt [24]) als 'er van de voorteelinge gesprooken werd, dat men my vraagt hoe de wormen in een mensch, en in de lighamen der dieren komen: waar over ik tot die tijd toe my niet en hadde konnen voldoen [25]). Maar siende dat Ael en Paling wormen in haar ingewanden hadden, die met de worm in 't lighaam van een mensch over een quam, zoo heb ik voor genomen het ingewant van eenige Zee-vis te examineren.

Wormen bij tarbot.

Hebbende dan genomen de darmen van een Tarbot, zag ik in de selvige leggen verscheyde wormen, die mede met veel leden waren versien, en welker lighamen over een quamen, met de worm, die men den breeden worm noemt, die ik geseyt hebbe dat [9]) in de darmen van de Alen hadde ontdekt.

Dog zy waren op verre na zoo lang niet, als de wormen in de Alen, en daar by was het hooft van een geheel ander maaksel: want gelyk [26]) het hooft van de wormen, die ik uyt de ingewanden van de Alen hadde genomen, versien

---

afb. 29.

[19]) Blijkbaar is hier, evenals in Brief 123 [75], van 16 september 1692, blz. 150-152 in dit deel, sprake van een *Triaenophorus sp.*, mogelijk zelfs van *T. lucii* Mueller, die veel voorkomt in de darmen van paling en die enkele decimeters lang kan worden (H. H. Reichenbach-Klinke 1966: *Krankheiten und Schädigungen der Fische*, blz. 193).

[20]) L.'s identificatie van de *Triaenophorus* in de darm van de paling met de door hem beschreven lintworm in de darm van de mens wijst er eveneens op, dat de laatste een *Taenia* en niet een *Diphyllobothrium* is. De leden van *Triaenophorus* zijn langer dan breed, evenals die van *Taenia;* ze lijken zeker niet op de leden van *Diphyllobothrium*, die korter dan breed zijn. Vgl. ook aant. 7 in deze brief. [Pu.]

[21]) *over eenige jaren*, enige jaren geleden.
Waarschijnlijk bedoelt L. Brief 72 [38], van 16 juli 1683, *Alle de Brieven*, Dl. 4, blz. 70-72.

[22]) Met *wormen, die kinderen quyt werden* bedoelt L. waarschijnlijk *Enterobius* (= *Oxyuris*) *vermicularis* (L.), de aarsmade; de besmetting met aarsmade is een typische kinderinfectie. De grootte (9-12 mm) en de gedaante van de aarsmade komen overeen met die van de nematoden (3-25 mm) die parasiteren in de darmen van de paling. [Pu.]

[23]) *waar op mijn speculatien liepen*, waarop mijn gedachten gericht waren.
Dus zoekende naar nematoden (zie de voorgaande aant. 22) bij paling, ontdekt L. nog andere parasitaire wormen in de darmen van de paling. Behalve door lintwormen en nematoden kan de paling ook nog besmet worden door verschillende soorten van *Trematoda diginea* en *Acanthocephala* (H. H. Reichenbach-Klinke 1966: *Krankheiten und Schädigungen der Fische*, blz. 346).

[24]) *te vooren komt*, overkomt.

[25]) *ik ... my niet en hadde konnen voldoen*, ik geen bevredigende verklaring had kunnen vinden.
De zin is onvoltooid gebleven, maar de gedachte vindt haar afsluiting in de volgende zin.

[26]) *gelyk*, terwijl.

the same size as I have said above, as those which had issued out of the fragment of the broad worm that had come out of a human body [7]).

Briefly, when I had examined the fragment of the worm called broad worm and those worms I removed from Eel, I must admit that it is one and the same worm, the only difference being that the one was far bigger than the other [8]).

After this I again proceeded to examine the intestine of Eel, to see whether I might not find there a different species of worm, the more so because I recalled that some years ago [9]) I had removed from the intestine little worms which resembled the worms that children void [10]). In this process I discovered at least four kinds of worms, but not those which I had in mind of [11]). *Other worms in in eel.*

Because it often happens to me, when reproduction is being discussed, that I am asked how the worms get into a human body and into the bodies of animals, for which I had not so far been able to find a satisfactory explanation, seeing that Eel had worms in their intestine which resembled the worm in the human body, I made up my mind to examine the intestine of some Sea-fish.

Having therefore taken the intestine of a Turbot, I saw in it several worms which also had many segments and whose bodies resembled that of the worm called broad worm, which I have said I had discovered in the intestine of Eel. *Worms in turbot.*

But they were not nearly so long as the worms in Eel, and moreover the head had quite a different structure. For whilst the heads of the worms I had

---

7) Apparently there is a reference here, as in Letter 123 [75], of 16 September 1692, pp. 151-153 in the present volume, to a *Triaenophorus* species, possibly even to *T. lucii* Mueller, which is often found in the intestine of eel and which may attain a length of a few decimeters (H. H. Reichenbach-Klinke 1966: *Krankheiten und Schädigungen der Fische*, p. 193). *ill. 29.*

8) L.'s identification of *Triaenophorus* in the intestine of eel with the tapeworm in the human intestine described by him also suggests that the latter was *Taenia*, not *Diphyllobothrium*. The segments of *Triaenophorus* are longer than they are broad, like those of *Taenia*; they certainly do not resemble the segments of *Diphyllobothrium*, which are shorter than they are broad. Comp. also note 3 to the present letter. [Pu.]

9) L. probably means Letter 72 [38], of 16 July 1683, *Collected Letters*, Vol. 4, pp. 71-73.

10) By *worms that children void* L. probably means *Enterobius* (= *Oxyuris*) *vermicularis* L., the pinworm; pinworm infection is a typical infection of children. The size (9-12 mm) and the form of the pinworm resemble those of the nematodes (3-25 mm) which are parasitic in the intestine of eel. [Pu.]

11) Searching for nematodes (see the preceding note 10) in eel, therefore, L. discovers some other parasitic worms in the intestine of eel. Apart from tapeworms and nematodes, the eel may also be infected by different species of *Trematoda diginea* and *Acanthocephala* (H. H. Reichenbach-Klinke 1966: *Krankheiten und Schädigungen der Fische*, p. 346).

waren met haaks gewijse deelen [27]), zoo waren dese hare hoofden, niet alleen voor open, maar aan de eene sijde van het selvige waren zy seer lang en als opgespleten [28]).

Maar het geene my in dese wormen, die ik uyt de darm van een Tarbot nam, vreemt voor quam, dat was, dat ik niet en konde begrijpen, hoe zig soodanige wormen, met het hooft zoo vast konden hegten in de darmen, want ik en konde de worm niet van den darm trekken, of het voorste gedeelte der selver lighaam, dat zig in 't aftrekken, boven gemeen dun uyt rekte, brak door gaans [29]) ontstukken. Zoo dat ik geen worm in zyn geheel van de darm konde nemen, of ik most met de eene hand de worm redelijk stijf uyt rekke, en met de andere hand, separeerde ik den darm, waar in het hooft gevest was, sagjens met een dun naaldeke van een, en dus [30]) maakten ik hare hoofden los, die ik dan op nieuwe glaasjens, by my daar toe bereyt uyt spreyde, waar door ik dan der selver maaksel, seer klaar quam te sien.

Voortplanting van parasitaire wormen.

Laten wy ons nu inbeelden [31]), dat dese wormen in de darmen zoo wel voortteelen, als eenig ander dier doet, gelyk ik veel malen gesien heb, dat seker soort van wormen, die ik uyt Alen en Palingen nam, weder jongen in hare lighamen hadden [32]); ende dat dese wormen [33]) wanneer die haar jongen quyt maken, weynig van soodanige kleyne [a]) of eerst geworpene wormkens in de darmen van de visschen konnen blyven, om dat die nog niet in de darmen vast gehegt zyn, door de Chyl vermengt blyven, ende dus veele zoo uyt gestooten werden, want zoo het anders waar, zoo souden dese wormen in een over groote meenigte voortteelen.

---

[a]) hs: klyne

[27]) L. heeft in deze brief nog niet eerder gesproken over de kop van de *breede worm* (in dit geval van *Triaenophorus*) in de darmen van de paling. Waarschijnlijk doelt hij hier op de beschrijving en de afbeelding van de kop van *Acanthocephalus anguillae* met *menigvuldige haakachtige deelen* in Brief 123 [75], van 16 september 1692, blz. 150-152, aant. 80 en fig. XXIX in dit deel.

[28]) *opgespleten*, open gespleten.

De worm in de tarbot (*Scophthalmus maximus* (L.)), die L. in deze en de voorgaande alinea beschrijft, is *Bothriocephalus scorpii* Mueller, een veel voorkomende lintworm in de darmen van deze vis. De kop met de overlangse zuiggroeven (bothriën) karakteriseert hij vrij nauwkeurig. [Boot.]

Het is merkwaardig, dat L. wel de verschillen in de koppen van *Triaenophorus* (haken) en *Bothriocephalus* (bothriën) heeft opgemerkt, maar dat hij daarnaast zonder nader onderzoek aanneemt op blz. 336, dat de kop ook een mond zou bezitten.

[29]) *door gaans*, altijd.

[30]) *dus*, zo, op deze wijze.

[31]) *inbeelden*, denken. Na deze aanhef had een afsluitende zin met *dan* of *soo* moeten volgen, maar L. is op een zijspoor geraakt en heeft daardoor de afsluiting vergeten. Men leze nu: Wij kunnen ons nu indenken, dat.

[32]) Dit is de levendbarende nematode *Camallanus lacustris* Zoega, een darmparasiet van de paling, waarover L. reeds eerder schreef en wel in de Brieven 33 [21], van 5 oktober 1677, *Alle de Brieven*, Dl. 2, blz. 240-242, en 123 [75], van 16 september 1692, blz. 148-150 in dit deel.

[33]) L. vervangt na de bijzin het hier gekozen onderwerp van de zin (*dese wormen*) door een ander. Men leze: en dat, wanneer deze wormen hun jongen werpen, weinig van zulk kleine of pas geworpen wormpjes in de darmen van de vissen kunnen blijven.

removed from the intestine of Eel were provided with hooked members [12]), the heads of these worms were not only open in front, but on one side they were very long and as it were split [13]).

But what appeared strange to me in these worms which I removed from the intestine of a Turbot was that I could not understand how these worms could fasten themselves so firmly with the head to the intestine, for I could not pull the worm off the intestine without the anterior part of its body, which was elongated to an extraordinary thinness as I pulled it off, invariably breaking to pieces. Thus I could not remove a worm in its entirety from the intestine unless I stretched out the worm reasonably stiffly with one hand, while with the other hand I gently separated the intestine to which the head was fastened with a thin needle; and in this way I loosed their heads, which I then spread out on new slides, prepared by me for this purpose, so that I was able to see their structure very clearly.

Procreation of parasitic worms.

Now we can imagine that these worms in the intestine reproduce themselves just as well as any other animal, just as I have seen many times that a certain species of worms which I removed from Eel had young ones in their bodies [14]), and that, when these worms drop their young, only few of those small or recently dropped worms can stay in the intestine of fish because they are not yet fastened to the intestine and remain mixed with the Chyle, so that many of them are thus expelled; for if this were otherwise, these worms would reproduce themselves in excessively large numbers.

---

[12]) In the present letter L. has not spoken before of the head of the *broad worm* (in this case of *Triaenophorus*) in the intestine of eel. He is probably referring here to the description and the illustration of the head of *Acanthocephalus anguillae* with *numerous hooked members* in Letter 123 [75], of 16 September 1692, pp. 151-153, note 28 and fig. XXIX in the present volume.

[13]) The worm in the turbot (*Scophthalmus maximus* L.), which L. describes in this paragraph and the preceding one, is *Bothriocephalus scorpii* Mueller, a tapeworm frequently found in the intestine of this fish. The head with the longitudinal bothria is characterized fairly accurately by him. [Boo.]

It is curious that L. did observe the differences between the heads of *Triaenophorus* (hooks) and *Bothriocephalus* (bothria), but that he further assumes on p. 337 without further examination that the head also has a mouth.

[14]) This is the viviparous nematode *Camallanus lacustris* Zoega, an intestinal parasite of eel, on which L. wrote before, *viz.* in the Letters 33 [21], of 5 October 1677, *Collected Letters*, Vol. 2, pp. 241-243, and 123 [75], of 16 September 1692, pp. 149-151 in the present volume.

Laten wy nu stellen [34]) dat veele soodanige wormen, die voor onse bloote oogen om haar kleynte verborgen zyn, in 't water swemmen, ende dat soodanige wormen seer ligt tot in de ingewanden van de kinderen konnen gebragt werden, om dat wy weten, dat veel menschen water drinken; maar schoon men drinkt [35]) geen water, dat egter [36]) wanneer men een glas of kan, in 't water spoelt, al tijd nog eenige droppels water aan het glas of kan blyven hangen, in welk water seer kleyne wormkens konnen zyn. Ten anderen geeft men jonge kinderen in de Somer veel ongekookte melk te eeten [37]), waar onder de Boeren wel water mengen, en voornamentlyk onder gekaarnde melk. Dit zoo zijnde, zoo en hebben wy ons niet te verwonderen, hoe de wormen in de darmen van Menschen, Dieren, en Visschen komen [38]).

„Breede worm" bij tarbot.

Na desen neem ik weder de magen van verscheyde Tarbotten, die ik openende, zag ik [39]) in eenige van de selvige zeer veele van de wormen den breeden worm [7]) genaamt, die zoo door malkanderen gekrinkelt lagen, dat ik veel te doen hadde, eer ik een geheele worm konde los maken; ja het getal was zoo groot, dat de wormen die in eene maag lagen, wel een ronde bol zouden uyt maken, welkers diameter een duym was [40]), en het geene my vreemt voor quam, dat was, dat zoo een Tarbot nog zoo wel gevoet was, als of hy geen wormen in de maag en hadde gehad.

Riemworm bij brasem.

Niet verre van onse stad, is een binne lants water dat zeer Vis-rijk is, in welk water veel Brasem gevangen werd, die men Riem-Brasem noemt. Dese naam van Riem-Brasem bekomt hy, om dat in den zelven buyten de darmen een groot en langen worm gevonden werd, welke worm gelijkende, na [41]) een Riem, of snoer, waar mede men zig plag te omgorden.

---

[34]) *stellen*, aannemen. De afsluiting die bij deze aanhef behoort, volgt eerst na de samenvattende formule *Dit zoo zijnde* in de laatste zin van de alinea: *zoo en hebben wy ons niet te verwonderen*. Daartussen is L. enige keren van het schema van de zin afgeweken; de bedoeling is echter duidelijk gebleven.

[35]) *maar schoon men drinkt*, maar al drinkt men.

[36]) *egter*, toch.

[37]) *eeten*, drinken.

[38]) L.'s conclusie, dat mensen, dieren en vissen besmet zouden worden met wormen door het drinken resp. opnemen van water, waarin kleine wormen aanwezig zijn, is in het licht van de tegenwoordige kennis van de ingewikkelde levenscycli der ingewandswormen en zeker die der lintwormen niet juist, maar is wel het logisch gevolg van twee praemissen. Allereerst vooronderstelde L. op grond van één enkele, overigens juiste, waarneming, dat alle wormen in de darmen van vissen levendbarend zouden zijn en dat de jongen met de excrementen in het water terecht zouden komen. In de tweede plaats vooronderstelde hij, dat die kleine wormen in de darm van hun nieuwe gastheer tot volwassen wormen zouden uitgroeien. Wat betreft de eerste vooronderstelling is het merkwaardig, dat L., die in zijn strijd tegen de *generatio spontanea* zoveel aandacht aan de eieren van dieren besteedde, bij de beschouwing van de *onbegrijpelijke meenigte van ronde bolletgens*, die uit de leden van de lintworm bij de mens en de paling vloeiden, niet heeft gedacht aan voortplanting door eieren (zie blz. 324, aant. 7 en blz. 326).

[39]) *die ik openende, zag ik*, en toen ik die opende, zag ik.

[40]) *duym*, 2,61 cm.

De tarbot is bijzonder vaak met lintwormen besmet, meestal veel individuen in één gastheer. *Bothriocephalus* kan inderdaad in de „maag" van de tarbot voorkomen. [Pu.]

[41]) *gelijkende, na*, gelijkt op.

Now let us assume for certain that many of these worms, which because of their smallness are hidden from the naked eye, swim in water and that these worms can very easily be introduced into the intestine of children, because we know that many people drink water. But even if one does not drink water, still when a glass or jug is rinsed in water, a few drops of water will always adhere to the glass or jug, and in this water there may be very small worms. Secondly, young children in Summer are made to drink a good deal of unboiled milk, with which the Farmers sometimes mix water, especially buttermilk. This being so, we need not wonder that the worms get into the intestine of Human Beings, Animals, and Fishes [15]).

„Broad worm" in turbot.

After this I again took the stomachs of several Turbot, and when I opened them, I saw in some of them a great many of the worms called broad worm, which were wriggling through each other so much that I had a lot of trouble before I could loose a whole worm. Nay, their number was so great that the worms lying in one stomach might together form a round ball whose diameter was one inch [16]), and what appeared strange to me was that such a Turbot was still as wellfed as if it had not had any worms in its stomach.

Girdle worm in bream.

Not far from our city there is an inland water which abounds in Fish, and in that water many Bream are caught, which are called Girdle-Bream. It has got this name of Girdle-Bream because outside the intestine a big and long worm is found in it, which worm resembles a Girdle or string with which people used to gird themselves.

---

[15]) L.'s conclusion that human beings, animals, and fishes are infected by worms because they drink or take in water containing small worms is not correct in the light of our present-day knowledge of the complicated life cycles of the intestinal worms, and certainly those of tapeworms, but it is the logical consequence of two premisses. First of all, L. assumed on the ground of a single observation – which for the rest was correct – that all worms in the intestine of fishes were viviparous and that the young worms would get into the water with the excrements. Secondly, he supposed that those small worms would develop into adult worms in the intestine of their new host. As to the first assumption it is curious that L. who devoted so much attention to the eggs of animals in his war against *generatio spontanea*, did not think of reproduction by means of eggs when contemplating the *incredible number of round globules* which flowed out of the segments of the tapeworm in man and in the eel (see p. 325, note 3 and p. 327).

[16]) *inch*, 2.61 cm.

The turbot is particularly often infected by tapeworms, mostly a great many individuals in one host. *Bothriocephalus* may indeed be present in the „stomach" of the turbot. [Pu.]

Dese worm heb ik over veel jaren [42]) self wel uyt de Brasem gehaalt, dog als doen geen speculatie op soodanige wormen makende [43]), heb ik alleen uyt een tegenheyt die ik in [44]) soodanige Vissen hadde, de worm verworpen [45]).

Dese Brasem, die met de wormen beset zyn, zyn ordinair [46]) mager, zoo dat de Vis-vanger die dat water bevist, tot my wel geseyt heeft, dat hy al zeer na [47]) van buyten aan de Vis kan sien, of deselve een Riem (want zoo noemense de worm) zal in hebben [48]).

Dog met dese wormen, die men den breeden worm [7]) noemt besig zijnde, heb ik aan zeker Vrouws persoon, die haar veel geneert met [49]) Vis schoon te maken, geseyt, dat wanneer zy een Brasem met dese worm, of een Voorn (die daar ook wel mede besmet zyn) quam te openen, dat zy my soodanige Vis zoude brengen.

Wormen bij voorn.

Weynig dagen daar na, brengt zy tot my een Voorn, die de verhaalde worm in zig hadde. Dese worm by my examinerende, vond ik [50]) van een ende deselvige maaksel, als ik hier vooren van den breeden worm hebbe geseyt. Alleen met dit onderscheyt, dat desen worm in dikte, alle de andere verre over treften [51]).

Wormen bij paling.

Wijders hebbe ik weder op nieuw, de darmen van Alen en Palingen door sogt ende daar inne onder anderen ontdekt, de wormkens hier vooren verhaalt, die zoo net van maaksel over een quamen, als die voor het vergroot glas stonden, als of wy met onse bloote oogen zagen, de wormen waar mede de jonge kinderen wel meest geplaagt werden [22]).

Wormmiddel.

Als ik nu zag dat dese wormen, ende ook alle de wormen, die ik zoo in de darmen, als in de maag van de Vissen hadde ontdekt, zeer vast in de darmen gevest waren [52]), want zonder zulks zoude deselvige zeer ligt met de Chyl uyt gestooten werden. Zoo [53]) nam ik in gedagten, dat de wormen niet uyt de Chyl,

---

[42]) *over veel jaren,* vele jaren geleden.

[43]) *speculatie op ... makende,* onderzoek naar ... doende.

[44]) *tegenheyt ... in,* afkeer van.

[45]) *verworpen,* weggegooid.

[46]) *ordinair,* gewoonlijk.

[47]) *al zeer na,* wel bijna.

afb. 30.

[48]) L. bedoelt in deze en beide voorgaande alinea's ongetwijfeld de lintworm *Ligula intestinalis* Goeze, die nu nog in het oosten van Nederland de „riemworm" genoemd wordt. De uitdrukking *Riem-Brasem,* die L. bezigt voor brasem (*Abramis brama* L.) besmet met deze lintworm, schijnt niet meer voor te komen.

De brasem wordt geparasiteerd door het plerocercoïd (jonge lintworm) van *L. intestinalis,* die zich ophoudt in de lichaamsholte (*buyten de darmen,* zegt L.) van de vis. Het plerocercoïd maakt uitwendig een gelede indruk, zodat L. het met zeker recht kan vergelijken met zijn *breeden worm* (H. H. Reichenbach-Klinke 1966: *Krankheiten und Schädigungen der Fische,* blz. 204). Vele zoetwatervissen zijn tussengastheer voor deze lintworm, die in volwassen stadium leeft in watervogels.

[49]) *haar veel geneert met,* voornamelijk haar kost verdient met.

[50]) *Dese worm by my examinerende, vond ik,* toen ik deze worm onderzocht, bevond ik.

[51]) Vermoedelijk is dit eveneens het plerocercoïd van *Ligula intestinalis* Goeze, die behalve bij de brasem (zie aant. 48) ook bij de voorn (*Leuciscus rutilus* (L.)) voorkomt; dit plerocercoïd is ovaal van doorsnede dus dikker dan de platte *breede worm,* zoals L. hier ook terecht opmerkt. [Pu.]

[52]) *gevest waren,* vast zaten.

[53]) De zin loopt hier nog door.

nam ik in gedagten, kwam ik op het denkbeeld.

Many years ago I myself removed this worm sometimes from the Bream, but since I did not examine these worms at the time, I threw the worm away merely because I had an aversion to such Fish.

These Bream which are filled with the worms are usually thin, so that an Angler fishing in that water sometimes told me that he can tell practically on the outside of the Fish whether it will contain a Girdle (for that is what they call the worm) [17]).

But when I was studying these worms called broad worm [3]), I told a certain Woman whose trade is the cleaning of Fish, that if she should happen to open a Bream with this worm, or a Roach (which sometimes are also infected with them), to bring me this Fish.

A few days later she brought me a Roach which contained the said worm. When I examined this worm, I found it to have the same structure as I have described above for the broad worm. The only difference was that this worm was far thicker than all the others [18]). *Worms in roach.*

Further I again searched the intestine of Eel and discovered in them, amongst other things, the little worms described above, which when placed before the magnifying glass had clearly the same structure, as the worms with which young children are infested most of all and which can be seen with the naked eye [10]). *Worms in eel.*

When I saw that these worms as well as all the worms I had discovered in the intestine as well as the stomach of Fish were fastened very firmly to the intestine (for otherwise they would very easily be expelled with the Chyle), *Vermifuge.*

---

[17]) In the present paragraph as well as the two preceding ones L. undoubtedly refers to the tapeworm *Ligula intestinalis* Goeze, which is still called „*riemworm*" (girdle worm) in the eastern parts of the Netherlands. The term *Riem-Brasem* (Girdle Bream), which L. uses for bream (*Abramis brama* L.) infected by this tapeworm, does not seem to be current any more. *ill. 30.*

The worm parasitic in the bream is the plerocercoid (young tapeworm) of *L. intestinalis*, which is present in the body cavity (*outside the intestine*, says L.) of the fish. Externally the plerocercoid seems to be segmented, so that L. is to some extent justified in comparing it with his *broad worm* (H. H. Reichenbach-Klinke 1966: *Krankheiten und Schädigungen der Fische*, p. 204). Many fresh-water fish are intermediate hosts for this tapeworm, which in the adult stage lives in water-fowl.

[18]) Presumably this is also the plerocercoid of *Ligula intestinalis* Goeze, which is found not only in the bream (see note 17), but also in the roach (*Leuciscus rutilus* (L.); this plerocercoid has an oval cross-section, it is therefore thicker than the flat *broad worm*, as L. rightly observes here. [Pu.]

die in de maag en darmen is, haar voetsel halen, maar dat die selfs [54]) haar voetsel uyt de vaaten van maag en darmen haalden, en dat schoon men eenig medicament, dat ordinair [46]) Worm-kruyt is, de kinderen in geeft, om de wormen te doen sterven, of deselvige uyt het lighaam te dryven, veel tijds weynig effect komt te doen, om dat de wormen met haar hoofden als hier vooren is geseyt, zeer vast in de stoffe, waar uyt de darmen bestaan, gevest zyn, te meer om dat wij niet konnen begrijpen, dat het in gegeven medicament, soodanige kragt, op de huyt van de worm kan te weeg brengen, dat de worm daar van zoude komen te sterven, ofte af gedreven te werden [55]).

Maar als de wormen haar komen te verplaatsen, gelyk wy geloven dat zy veel tijds met haar hooft ofte mond komen te doen, ende zy wormen [56]) ontmoeten dan het in gegeven medicament, zoo konnen de wormen wel komen te sterven, en af gedreven werden [57]).

Bevestiging van de worm in de darmen.

Als wy nu vast stellen [34]), gelyk ik door gaans ondervonden [58]) hebbe, dat de wormen met haar hoofden en mond zig in de darmen vast hegten, ende na alle aparentie [59]) uyt de meenigte van de vaatgens van de darmen haar voetsel halen, zoo en hebben wy ons niet meer te verwonderen, dat de kinderen die met wormen beladen zyn, veel tijds klagen en kermen van pijn in de buyk, en wel voornamentlyk beelt ik my in, geschiet zulks, als de wormen haar van plaats veranderen [60]), en als op nieuw weder met haar hooft en mond in de

---

[54]) *selfs*, zelf. Bedoeld is *uit de vaaten van maag en darmen;* zo is het ook in het Latijn vertaald (C: *ex ipsis stomachie* & *intestinorum vasis*).

[55]) Er zijn verschillende medicinale planten, die een wormafdrijvende werking hebben: *Dryopteris filix-mas* (L.) Schott (Mannetjesvaren), verschillende *Artemisia*-soorten, *Tanacetum vulgare* L. (Boerenwormkruid) en anderen.

In de Latijnse vertaling (C) van deze brief is *Worm-kruyt* vertaald met *semen santonici*, dat volgens G. Madaus in *Lehrbuch der biologischen Heilmittel*, Abt, I. Bd. II, 1938, blz. 988-994, bestaat uit gedroogde onontwikkelde bloemknoppen (dus géén zaden) van *Artemisia cina* Berg, een op de Kirgiezensteppe inheemse ondersoort van *Artemisia maritima* L., de Zeealsem. Dit *Worm-kruyt* werd al sinds de Middeleeuwen in de Nederlanden verhandeld. Het is een van de beste middelen om aarsmade en spoelworm bij kinderen te verdrijven, maar het heeft geen effect bij lintwormbesmetting. Dat het kruid *veel tijds weynig effect komt te doen*, gelijk L. zegt, slaat uiteraard op de lintworm.

De medicinale werking van *semen santonici* berust op de chemische verbinding santonine, die verdovend op het motorisch stelsel van wormen werkt, waardoor zij de darmwand van de gastheer loslaten. Kinderen die een te grote dosis santonine toegediend krijgen, vertonen verschijnselen van spierkrampen.

[56]) *zy wormen*, ze (nl. de wormen). Het woord *wormen* is een verduidelijkende toevoeging, die hier echter overbodig is.

[57]) L.'s gedachten over de werking van het medicament zijn niet erg duidelijk in deze en de voorgaande alinea's geformuleerd. Hij schijnt het volgende te bedoelen: L. neemt aan, dat de worm zich alleen voedt door de mond, die aan de maag- en darmwand van de gastheer vastgehecht zit en daaraan voedsel onttrekt. Door de hechte verbinding tussen mond en darmwand kan de *Chyl*, vermengd met het medicament, niet door de mond in de worm binnendringen om hem op die manier via zijn darmkanaal onschadelijk te maken. Echter, als de worm zich verplaatst, waardoor de verbinding tussen mond en darmwand tijdelijk verbroken wordt, krijgt het medicament de kans om door de mond in de worm te dringen.

[58]) *door gaans*, altijd; *ondervonden*, bevonden, gezien.

[59]) *na alle aparentie*, klaarblijkelijk.

[60]) *haar van plaats veranderen*, zich verplaatsen.

I hit upon the idea that the worms do not get their nourishment from the Chyle in the stomach and intestine, but that they got their nourishment from the vessels of stomach and intestine themselves; and that even if the children are given a medicine, which is usually Tansy, to kill the worms or to expel them from the body, this often has little effect because, as said above, the worms are fastened very firmly with their heads to the stuff of which the intestine consists, the more so because we cannot understand that the administered medicine could have such an effect on the skin of the worm that the worm would die of it or be expelled [19]).

But when the worms shift their position, as we believe they often do with their head or mouth, and then come across the administered medicine, the worms may indeed die and be expelled [20]).

Fastening of the worm to the intestine.

If we now assume for certain, as I have invariably found, that the worms fasten themselves with their heads and mouths to the intestine and to all appearance get their nourishment from the numerous little vessels of the intestine, we need no longer wonder that children infested with worms often complain and moan with pain in the stomach. And I imagine this happens principally when the worms shift their position and fasten themselves as it were anew with their head and mouth to the intestine and pierce their way as

---

[19]) There are several medicinal plants which have anthelmintic properties: *Dryopteris filix-mas* (L.) Schott (Male Fern), several *Artemisia* species, *Tanacetum vulgare* L. (Tansy), and others. In the Latin translation (C) of this letter *Worm-kruyt* (Worm-seed) has been rendered by *semen santonici*, which according to G. Madaus in *Lehrbuch der biologischen Heilmittel*, Abt. I, Bd. II, 1938, pp. 988-994, consists of unexpanded dried flower heads (*i.e. not* seeds) of *Artemisia cina* Berg, a sub-species of *Artemisia maritima* L., Sea Wormwood, which is indigenous in the Kirghiz steppe area. This *Wormseed* was already sold in the Netherlands in the Middle Ages. It is one of the best anthelmintic remedies for treating children infected by pinworms and roundworms, but it is ineffective against infection by tapeworms. L.'s statement that this herb *often has little effect* refers of course to the tapeworm. The medicinal properties of *semen santonici* are due to the chemical compound santonin, which has a stupefying effect on the motory system of worms, in consequence of which they loose their hold on the intestinal wall of the host. When too high a dose of santonin is administered to children, they show signs of muscular spasms.

[20]) L.'s conception of the effect of the medicine is not formulated very clearly in this paragraph and the preceding ones. His meaning seems to be as follows:

L. assumes that the worm feeds only via the mouth, which is fastened to the wall of the stomach and the intestine of the host and draws nourishment from it. Because the mouth is firmly fastened to the intestinal wall the *Chyle*, mixed with the medicine, cannot enter the worm through the mouth and thus kill it via its intestinal tract. However, when the worm shifts its position, this temporarily interrupting the connection between the mouth and the intestinal wall, the medicine is enabled to enter the worm through the mouth.

darmen vesten [61]), en als in booren, namentlyk tusschen alle de vaaten en zagte deelen, waar uyt het binnenste van de darmen bestaat [62]), welke stoffe by veele maar voor slijm der darmen is aan gesien, daar [15]) het in der daat vaaten zyn, die het meeste voetsel, (stel ik vast [63])) uyt de Chyl tot het lighaam over brengen. Hier van breeder in een van de Missive die ik aan Hare Hoog Ed: ontrent het maaksel van de darmen hebbe geschreven [64]).

Als wy nu hier by doen dat de wormen haar voetsel niet uyt de Chyl, maar [65]) uyt de stoffe die al rede in de aderen is, haar grootmakinge, en onderhoudinge komen te halen, zoo en lijden de kinderen (als hier boven geseyt) niet alleen pijn, maar de wormen berooven de kinderen van het beste voetsel uyt welke oorsaak de kinderen bleek ende niet stark zyn [66]).

---

[61]) *vesten*, zich vasthechten.

[62]) Op zichzelf schijnt het vasthechten met de haken, het vastzuigen met de zuignappen of het doorboren van de darm geen pijn te veroorzaken; dit lijkt dus niet de oorzaak van het *klagen en kermen van pijn* te zijn. Daarentegen kan een sterke wormbesmetting misschien buikklachten geven door een versterkte motoriek van de darm; de pijnscheuten zitten dan evenwel in het peritoneum en het mesenterium. [Pu.]

[63]) *stel ik vast*, beweer ik stellig.

[64]) Zie Brief 79 [40], van 28 december 1683, *Alle de Brieven*, Dl. 4, blz. 180-186.

[65]) Men leze: „niet uyt de Chyl komen te halen, maar dat ze".

[66]) Over de oorzaak van de bleekheid (pernicieuze anemie) zegt L. B. Hyman in *The Invertebrates: Platyhelminthes and Rhynchocoela*, Dl. 2 (1951), blz. 417: *Tapeworms may emit deleterious substances. The severe symptoms sometimes caused by Diphyllobothrium latum, especially the pernicious anemia, are believed to result from substances released from the worm.*

L. baseert zijn verklaringen in deze en de drie voorgaande alinea's op zijn waarneming van de koppen van de lintworm *Triaenophorus* en *Bothriocephalus* en de vasthechting ervan, waarbij hij aanneemt, dat de kop een mond bezit. Daarnaast veronderstelt L., dat de nematode *Oxyuris* met een kop en een mond in de darmwand vastgehecht zit.

In L.'s tijd wist men nog niet, dat lintwormen geen darmkanaal en ook geen mond bezitten en dat zij hun voedsel langs osmotische weg uit de darminhoud van hun gastheer opnemen. Merkwaardig is in dit verband, de mening van Edward Tyson, die in de genitale poriën, waardoor de „eieren" de proglottiden verlaten, vele „monden" van de lintworm zag (*Philosophical Transactions*, Dl. XIII, 1683, *afb. 27.* No. 146, blz. 118; zie ook afb. 27). Hoewel L. in het begin van deze brief verwijst naar Tyson's afbeeldingen van *den breeden worm* (zie blz. 326 en aant. 8) schijnt hij toch niet de inhoud van Tyson's artikel gekend te hebben, want nergens vergelijkt L. zijn denkbeeld van de „mond" van de lintworm met dat van Tyson.

Evenals de lintworm neemt ook de aarsmade zijn voedsel op uit de darminhoud van de gastheer. Maar L. bespreekt het darmkanaal van de aarsmade in het geheel niet, hij veronderstelt slechts dat er een mond aanwezig is. Daarentegen bezitten nematoden wel een darmkanaal, een mond en een anus, maar hier is het vasthechtingsapparaat niet gelocaliseerd aan de voorkant van het lichaam.

Ondanks zijn mistasten in de gevolgtrekkingen heeft L. met deze brief en met Brief 123 [75], van 16 september 1692, blz. 148-152 in dit deel, de kennis van ingewandswormen bij gewervelde dieren aanzienlijk uitgebreid. In vroegere brieven schreef hij reeds over leverbot bij schapen, over *Camallanus lacustris* Zoega bij paling, over aarsmaden bij kinderen en terloops over wormen bij kikkers (Brieven 12 [7], van 19 oktober 1674, *Alle de Brieven*, Dl. 1, blz. 170-174; 42 [27], van 21 februari 1679, *idem*, Dl. 2, blz. 416-418; 33 [21], van 5 oktober 1677, *idem*, Dl. 2, blz. 240-242; 72 [38], van 16 juli 1683, *idem*, Dl. 4, blz. 70-72).

Van taxonomisch standpunt gezien kan men de door L. besproken ingewandswormen in twee grote groepen onderbrengen: de *Plathelminthes* (platwormen), waartoe behoren de breede worm en de leverbot, en de *Nemathelminthes* (rondwormen), waartoe behoren de aarsmade, *Acanthocephalus* en *Camallanus*. Blijkens deze brief was L. zich van dit algemene onderscheid bewust.

it were among all the vessels and tender parts of which the inside of the intestine consists [21]), which stuff has been regarded by many people merely as mucus of the intestine, whilst it consists in reality of vessels which, as I assert, transport most of the food from the Chyle to the body. I have written in more detail about this in one of the Missives which I wrote to Your Honours about the structure of the intestine [22]).

If we now add that the worms do not get their nourishment from the Chyle, but obtain their growth and sustenance from the stuff that is already in the vessels, the children not only suffer pain (as said above), but the worms rob the children of the best nourishment, in consequence of which the children are pale and not strong [23]).

---

21) In themselves the fastening by hooks, the adhesion by means of suckers, or the piercing of the intestine do not seem to cause pain, so that this would not appear to be the cause that the children *complain and moan with pain.* On the other hand a strong infection by worms may perhaps give rise to complaints about stomach aches because the motory function of the intestine is stimulated; the pain, however, is then located in the peritoneum and the mesentery. [Pu.]

22) See Letter 79 [40], of 28 December 1683, *Collected Letters,* Vol. 4, pp. 181-187.

23) On the cause of the paleness (pernicious anaemia) L. B. Hyman in *The Invertebrates: Platyhelminthes and Rhynchocoela,* Vol. 2 (1951), p. 417, says the following: *Tapeworms may emit deleterious substances. The severe symptoms sometimes caused by Diphyllobothrium latum, especially the pernicious anemia, are believed to result from substances released from the worm.*

L. bases his explanations in this paragraph and the three preceding ones on his observation of the heads of the tapeworms *Triaenophorus* and *Bothriocephalus* and their way of being fastened; he assumes that the head has a mouth. Moreover L. supposes that the nematode *Oxyuris* is fastened to the intestinal wall by a head and a mouth.

In L.'s time it was not yet known that tapeworms possess neither a digestive tract nor a mouth, and that they absorb their food by osmosis from the contents of the intestine of their host. In this context it is curious to find that Edward Tyson looked upon the genital pores, through which the „eggs" leave the proglottides, as many „mouths" of the tapeworm (*Philosophical Transactions,* Vol. XIII, 1683, No. 146, p. 118; see also Ill. 27). Although in the early part of the present letter L. refers to Tyson's *ill. 27.* illustrations of *the broad worm* (see p. 327, note 4), he does not seem to have known the text of Tyson's article, for he does not compare his conception of the „mouth" of the tapeworm anywhere with that of Tyson.

Like the tapeworm, the pinworm absorbs its food from the contents of the intestine of its host. But L. does not discuss the digestive tract of the pinworm at all; he only assumes that there is a mouth. Nematodes, on the other hand, do have an intestinal tract, a mouth, and an anus, but here the fastening apparatus is not localized on the anterior part of the body.

Notwithstanding his error of judgment in the conclusions he drew L. has added considerably to the knowledge of intestinal worms parasitic in vertebrates with the present letter and with Letter 723 [75], of 16 September 1692, pp. 149-153 in the present volume. In earlier letters he already wrote about liver-fluke in sheep, about *Camallanus lacustris* Zoega in eel, about pinworms in children, and incidentally about worms in frogs (Letters 12 [7], of 19 October 1674, *Collected Letters,* Vol. 1, pp. 171-175; 42 [27], of 21 February 1679, *ibid,* vol. 2, pp. 417-419; 33 [21], of 5 October 1677, *ibid,* Vol. 2, pp. 241-243; 72 [38], of 16 July 1683, *ibid,* Vol. 4, pp. 71-73).

Taxonomically the intestinal worms discussed by L. can be classified into two large groups: the *Platyhelminthes* (flatworms), which include the broad worm and the liver-fluke, and the *Nemathelminthes* (roundworms), which include the pinworm, *Acanthocephalus,* and *Camallanus.* It appears from this letter that L. was aware of this general distinction.

Schelpdiertjes in schelvis.

Mijn voornemen was hier mede af te breeken, maar alsoo my levende Schel-vis in 't oog quam, nam ik het ingewant van een Schel-vis, en ik bevond in de maag veel Schulp-visjens [67]), en eenige andere kleyne visjens [68]), nevens veele kleyne deeltgens, dat [69]) ik niet begrijpen konde, hoe de Schel-vis die kleyne deelen quam op te vangen, of hy most die deelen met zyn mont van de gront op rapen, wanneer hy na grooter Schepsels die op de gront lagen quam te vatten. En soodanige stoffe vond ik ook in de darmen, en daar benevens ontdekten ik in de darmen twee levende witte wormkens, die niet in de darmen vast zaten, maar door de Chyl vermengt lagen. Dese wormkens die seer stark leefden [70]) waren ontrent de lengte van een gemeene spelt [71]), en ook zoo dik, ten ware deselve [72]) wat dunder aan de staart hadden geweest, zy zouden met het maaksel van de [a]) wormen, die de kinderen hebben, over een komen [73]). Wanneer ik by na aan het eynde van den darm quam, daar ontdekten ik nog een derde worm, dog die was doot, en al een weynig aan het bederven, waar uyt ik besloot, dat dese wormen niet anders als tot spijs in de darmen waren opgenomen of gevangen. En ik bevond dat die wormen zeer taey van huyt waren, zoo dat die niet ligt konde verbryselt werden [74]).

Wormen bij schelvis.

Wormen bij kabeljauw.

Vorders doorsogt ik ook de ingewanden van verscheyde Cabbel-jaeuwen, en ik ontdekten meest doorgaans [75]) zoo in de maag als darmen, de wormkens zoo van lengte als dikte, als hier vooren van de Schel-vis is geseyt, en onder anderen quam my een darm in de hand, die vol Chyl was, in welke Chyl meer wormkens waren, als ik in geen darmen [76]) van Cabbel-jaeuw of Schel-vis hadde ontdekt.

---

[a]) hs: der

Binnen de groep van de *breeden worm* is het opmerkelijk, dat hij verschillende stadia van de levenscyclus der ongewapende lintwormen heeft waargenomen, overigens zonder hun onderlinge samenhang te vermoeden, nl. de „eieren" of oncosphaeren (*ronde bolletgens*) van *Triaenophorus* (zie blz. 326-328 en aant. 19 en 38), het plerocercoïd van Ligula (zie blz. 332-334 en aant. 48), de kop van *Triaenophorus* en *Bothriocephalus* (zie blz. 328-330 en aant. 27 en 28) en de proglottiden van *Triaenophorus* en *Bothriocephalus* (blz. 326). Vergelijk het schema van de levenscyclus van de ongewapende lintwormen op afb. 31.

afb. 31.

Van de levenscyclus van de gewapende lintwormen heeft L. slechts de „eieren" en de proglottiden van *Taenia* gezien (blz. 324-326).

[67]) *Schulp-visjens*, schelpdiertjes.

Schelvissen eten inderdaad mollusken. De maaginhoud bestaat dikwijls voor een groot percentage uit restanten van mollusken schelpen, voornamelijk Lamellibranchiën (tweekleppigen). In de bek worden de schelpen verbrijzeld, zodat men in de maag meest gebroken schelpen vindt. [Fee.]

[68]) Mogelijk heeft L. de Zandspiering, *Ammodytes lancea* Yarrell gezien. [D-r.]

[69]) *dat*, zodat.

[70]) *leefden*, bewogen.

[71]) *gemeene spelt*, gewone speld.

Voor zover bekend weken de 17de-eeuwse spelden in niets af van de tegenwoordige spelden; dus 3-4 cm. [Hal.]

[72]) *ten ware dezelve*, als deze niet.

[73]) Zeer waarschijnlijk is dit de nematode *Contracaecum aduncum* L., die als volwassen vorm veel bij schelvis en kabeljauw voorkomt. De worm lijkt veel op de aarsmade, wat betreft het dun uitlopend „staart"-einde, alleen is die wat dikker dan bij de aarsmade; de lengte is ongeveer 4 cm (vgl. aant. 71 hierboven). [Pu.]

[74]) Het is niet duidelijk welke worm L. hier bedoelt.

[75]) *meest doorgaans*, bijna altijd.

[76]) *als ik in geen darmen*, dan ik ooit in darmen.

It was my intention to break off here, but since I chanced upon a live Haddock, I took the intestine of a Haddock and I found in the stomach many Shellfishes [24]), a few other small fishes [25]) as well as many small particles so that I could not understand how the Haddock could catch those particles, unless it picked them up from the sea-bed with its mouth when it was feeding on larger Creatures lying on the bottom. And I also found such stuff in the intestine, while I also discovered in the intestine two living white worms which were not fastened to the intestine, but were mixed with the Chyle. These little worms, which were very lively, were approximately the length of an ordinary pin [26]) and had the same thickness, and if they had not been somewhat thinner at the tail, they would have had the same structure as the worms which children have [27]). When I got almost to the end of the intestine, I discovered yet a third worm, but this one was dead and already decaying somewhat, from which I concluded that these worms had not been taken up or caught in the intestine for any other purpose but to serve as food. And I found these worms to have a very tough skin, so that they could not be crushed very easily [28]).

Molluscs in haddock.

Worms in haddock.

Furthermore I also searched the intestine of several Cod, and I discovered almost invariably, in the stomach as well as the intestine, the little worms having the same length and thickness as stated above for the Haddock; amongst other things I got hold of an intestine that was full of Chyle, which Chyle contained more little worms than I had ever discovered in any intestine of Cod or Haddock.

Worms in cod.

It is curious that within the group of *broad worms* he observed several stages of the life cycle of the unarmed tapeworms, but without suspecting the connection between them, *viz.* the „eggs" or oncospheres (*round globules*) of *Triaenophorus* (see pp. 327-329 and notes 7 and 15), the plerocercoid of *Ligula* (see pp. 333-335 and note 17), the heads of *Triaenophorus* and *Bothriocephalus* (see pp. 329-331 and notes 12 and 13), and the proglottides of *Triaenophorus* and *Bothriocephalus* (p. 327). Compare the scheme of the life cycle of the unarmed tapeworms in Ill. 31.

ill. 31.

Of the life cycle of the armed tapeworms L. has only seen the „eggs" and the proglottides of *Taenia* (see pp. 325-327).

[24]) Haddock actually eat molluscs. A large percentage of the contents of the stomach frequently consists of relics of the shells of molluscs, mainly of *Lamellibranchiata* (bivalves). In the mouth the shells are crushed, so that broken shells are mostly found in the stomach. [Fee.]

[25]) Perhaps L. has seen *Ammodytes lancea* Yarrell (sand launce). [D-r.]

[26]) As far as is known, seventeenth-century pins did not differ in any way from those of to-day; they were therefore 3-4 cm long. [Hal.]

[27]) In all probability this is the nematode *Contracaecum aduncum* L. whose adult form is often found in haddock and cod. The worm closely resembles the pinworm as far as the tapering „tail" end is concerned, the only difference being that it is a little thicker than in the pinworm; the length is about 4 cm (comp. the preceding note 26). [Pu.]

[28]) It is not clear what worm L. is referring to here.

Waar van eenige in groote wat uyt staken, en daar benevens zag ik een soort van wormen, die weynig grooter waren, welke laatste wormen haar huyt aangenaam was te beschouwen, om dat die voor quam als of wy met ons bloote oog quamen te sien, een worm zoo groot als een gemeene [77]) Ael, en welkers huyt van soodanig maaksel was, als of het te samen gestelt [78]) van nette [79]) schulpjens, die het geheele lijf over van een ende deselve groote waren uyt gesondert dat de schulpjens na de dunte van de staart kleynder waren, dog van alle de wormen en hebbe ik 'er geen ene gevonden, die met het hooft in de darmen vast zat [80]).

Kristallen in de darmen van kabeljauw.

Al hoe wel ik indagtig [81]) ben, dat ik voor desen geseyt hebbe, van de zout deelen, die ik in de darmen van de Vissen hadde ontdekt. Zoo [82]) en kan ik egter [36]) hier niet voor by gaan weder te zeggen, dat ik onder andere een darm van een Cabbel-jaeuw hebbe geopent, daar inne ik geen wormkens ontdekten, en ook geen spijs ofte Chyl, als een weynig heldere slijm, leggende op de eene plaats veel dikker by een als op een andere, vermengt met eenige kleyne deelen. Ik bragt dese slijmagtige stoffe voor het vergroot glas, en zag tot mijn groote verwondering dat die kleyne deelen, die door de slijm lagen, niet anders waren, dan een over groote meenigte van zeer kleyne zout deelen, zoo dat deze meenigte van zout deelen, verre over treften het getal van die geene, die ik voor desen hadde ontdekt, ja het groote getal en is niet te begrijpen als voor die geene die het gesigt daar van heeft [83]).

Dese zout deelen en waren die geene niet gelyk, die op de Superfitie van het water gemaakt werd, gelyk ons gemeen zout in de zout keeten heeft [84]), maar dese zout deelen waren yder van een bysonder [16]) maaksel, en schoon ik quam al twee à drie zout deeltgens te sien [85]), die malkanderen al na by quamen, zoo stak nogtans de eene boven de anderen, het zy in groote zijde of hoek, uyt.

---

[77]) *gemeene*, gewone.

[78]) Men leze: alsof deze samengesteld was.

[79]) *nette*, mooie. C: *nitidissimis conchis.*

[80]) Misschien beschrijft L. hier een zeepier *Nereis pelagica* L. of *N. virens* Sars. [Pu.]

[81]) *indagtig ben*, mij herinner.

[82]) De zin loopt nog door.

L. heeft vaak over kristallen geschreven, maar het is niet duidelijk naar welke brief hij hier verwijst.

[83]) *die het gesigt daar van heeft*, die ze ziet.

[84]) *gemeen zout*, keukenzout, NaCl.

De zoutkeet is het gebouw, waarin ruw zout geraffineerd wordt. Bij het zgn. open-pannenprocédé in L.'s tijd verhitte men de pekel in grote platte pannen. Tijdens de verhitting vormden verontreinigingen in de pekel, zoals calcium-, magnesium- en ijzerverbindingen, een vlies op de oppervlakte van de vloeistof. Uit L.'s woorden echter kan men opmaken, dat hij dacht, dat dit vlies uit keukenzoutkristallen bestond. In werkelijkheid zetten de keukenzoutkristallen zich bij voortgezette verhitting op de bodem van de pan af (R. B. HARTEVELD 1968: *Zoutwinning en Zoutzieden in Nederland* in R. J. FORBES (ed.): *Het zout der aarde*, blz. 272-274).

[85]) *en schoon ik quam al ... te sien*, en al zag ik.

Some of them were somewhat bigger than the others, and I also saw a species of worms which was not much larger. The skin of the latter worms was pleasant to behold, because it appeared as if we saw with the naked eye a worm as big as a common Eel and their skin had such a structure as if it were composed of pretty little scales, which had the same size all over the body, except for the fact that the little scales were smaller towards the thin part of the tail. But among all the worms I did not find a single one that was fastened with the head to the intestine [29]).

Crystals in the intestine of cod.

Although I am aware that I have spoken before of the salt particles I had discovered in the intestine of Fish [30]), I cannot help saying once again that I opened among other things the intestine of a Cod, in which I discovered no little worms, and no food or Chyle either, but some clear mucus, which lay in a much thicker layer in one place than in another and which was mixed with some particles. I placed this mucous stuff before the magnifying glass and saw to my great astonishment that the particles mixed with the mucus were nothing but a very large number of very small salt particles, so that this large number of salt particles greatly exceeded the number of those I had discovered before; nay, this large number can only be grasped by one who sees it.

These salt particles were not identical with those produced on the Surface of water, such as those of our common salt in the salterns [31]), but these particles each had a different structure, and even when I saw two or three salt particles that were nearly identical, yet the one was different from the others either in size, side, or angle.

---

[29]) Perhaps L. here describes a clamworm *Nereis pelagica* L. or *N. virens* Sars. [Pu.]

[30]) L. has often written about crystals, but it is not clear which letter he is referring to here.

[31]) *common salt*, NaCl.

The *saltern* is the building in which crude salt is refined. In the so-called open-pan process in L.'s days the brine was heated in big flat pans. During the heating, impurities in the brine such as compounds of calcium, magnesium, and iron formed a film on the surface of the liquid. From L.'s words, however, it can be inferred that he thought this film consisted of common salt crystals. In reality the common salt crystals upon continued heating form deposits on the bottom of the pan (R. B. Harteveld 1968: *Zoutwinning en Zoutzieden in Nederland* in R. J. Forbes (ed.): *Het zout der aarde*, pp. 272-274).

Ja wy konnen op het honderste deel ons niet [86]) inbeelden stukjens doorschijnende Cristal, of diergelijke deelen, yder van een bysonder [16]) maaksel, ende der zelver zijden zoo glat en nette hoeken als ofse geslepen waren. En daar benevens van zoo veel bysondere grootheden, dat het te verwonderen was, want ik sag'er die eenige duysent-maal kleynder waren dan een zand, en andere die vyf-en-twintig-maal kleynder waren, en eenige weder als kleyne zantjens [87]).

In 't kort kon een nieuwschierig oog niet moede werden, van zoo veel bysondere maaksels, in zoo een kleyne spatie te beschouwen [88]).

Zand in de darmen van kabeljauw.

Wanneer ik by na aan het eynde van den darm quam, daar lag de geseyde stoffe niet alleen in meerder quantiteyt, maar die hadde daar een donker graeuwe couluur, ik bragt die mede voor het vergroot glas, en zag dat de graeuwe couluur alleen veroorsaakt wierde door veel zanden die onder de verhaalde stoffe vermengt lagen, waar van eenige zanden zeer swart waren, als of die gepolijst hadden geweest, en ik en zag ook geen een zand dat scharpe hoeken hadde, gelyk het Rivier zand wel is, maar alle de hoeken waren zoo af gestooten, dat ik die niet dan met vermaak beschoude, te meer om dat het by my vast stond, dat het af stooten van die hoeken, alleen veroorsaakt wierd, om dat de zanden in 't hard tegen malkanderen stooten en vryven, in storm of harde winden hare hoeken als afgeschaaft wierden [89]).

---

[86]) *op het honderste deel ... niet,* met geen mogelijkheid, op geen stukken na. Men zou na deze uitdrukking een ander vervolg van de zin verwachten. In C staat: *tot particulas cristalli pellucidi,* d.i. zoveel stukjes doorschijnend kristal. Het is mogelijk dat in de Nederlandse tekst het woord „zoveel" is uitgevallen. Invoeging ervan levert wel een correcte zin op, die in moderne vertaling zou luiden: We kunnen ons niet op een honderdste deel zoveel stukjes doorschijnend kristal voorstellen.

[87]) Een *zand* heeft een diameter van $\pm$ 870 μ; *eenige duysent-maal kleynder* komt overeen met 30-45 μ, *vyf-entwintig-maal kleynder* met $\pm$ 290 μ. Een *zantje* heeft een diameter van $\pm$ 260 μ.

[88]) Ten tijde van L. was het een gebruik om de gevangen vis levend te bewaren in een bun, waarin niet gevoerd werd. Het was dus niet toevallig, dat L. een kabeljauw zonder *spijs ofte Chijl* onderzocht heeft. In een uitgehongerd exemplaar kunnen inderdaad in de slijmerige substantie in de midden- en einddarm kristallen voorkomen, die in grootte variëren van 50 tot 150 μ. (L. geeft resp. 30-45, 290 en 260 μ als afmetingen, zie de voorgaande aant. 87).

In de recente literatuur is niets over dergelijke kristallen in de darm bij vissen bekend, maar de algemene kennis omtrent de excretie bij vissen levert wel een aanknopingspunt. Doordat de lichaamsvloeistof van vis hypotonisch is ten opzichte van zeewater, wordt via de huid en de kieuwen water onttrokken, hetgeen aangevuld moet worden door opname van zeewater via het maagdarmstelsel. In het zeewater bevinden zich kationen. De éénwaardige kationen (Na en K) diffunderen met het water mee door het maagdarmepitheel en worden via bepaalde cellen in de kieuwen en in de nieren uitgescheiden. De tweewaardige kationen (Ca en Mg) blijven echter achter en worden als sulfaten of oxiden, welke in het sterk alkalische milieu van de darm niet of slecht oplosbaar zijn, uitgescheiden met de faeces. Bij een zich regelmatig voedende vis zal de doorstroming van het darmkanaal zó snel zijn, dat er geen kristalvorming van deze zouten van betekenis optreedt, maar bij een stagnatie in de doorstroming (bijv. bij uithongering) lijkt het niet onwaarschijnlijk, dat de ophoping van Ca en Mg tot kristalvorming leidt. [Daa.]

[89]) Beneden een bepaalde korrelgrootte kan rivierzand *scharpe hoeken* hebben. Uit L.'s woorden in deze alinea is niet op te maken, of de *geseyde stoffe* met grauwe of zwarte kleur inderdaad zand is, gelijk hij meent. [Zw.]

Nay, we cannot even remotely imagine so many pieces of transparent Crystal or similar particles, each having a different structure, while their sides were as smooth and their angles as accurate as if they had been polished. Moreover their sizes varied so widely that it was astonishing, for I saw some which were some thousands of times smaller than a grain of sand and others which were twenty-five times smaller, and others again having the size of small grains of sand [32]).

Briefly, a curious eye could not tire of contemplating so many different structures in so small a space [33]).

Sand in the intestine of cod.

When I had got almost to the end of the intestine, the said stuff lay there not only in a larger quantity, but it had a dark grey colour. I placed this also before the magnifying glass and saw that the grey colour was merely caused by many grains of sand which were mixed with the said stuff, some of which grains of sand were quite black, as if they had been polished, and I also did not see a single grain of sand having sharp angles, such as Riversand sometimes has, but all the angles were so blunted that I could not but contemplate them with pleasure, the more so because I was firmly convinced that the blunting of those angles was merely due to the fact that the angles of the grains of sand were abraded as it were as they struck or rubbed roughly against each other in a storm or violent winds [34]).

---

[32]) A *grain of sand* has a diameter of about 870 μ; *some thousands of times smaller* amounts to 30-45 μ, *twenty-five times smaller* to about 290 μ. A *small grain of sand* has a diameter of about 260 μ.

[33]) In L.'s time it was the custom to store the freshly caught fish in living condition in a fish-well, in which they were not fed. It was thus not accidental that L. examined a cod containing no *food or Chyle*. In a starved specimen it is actually possible that in the mucous substance in the central and the posterior part of the intestine there may be crystals varying in size from 50 to 150 μ (L. gives the sizes as 30-45, 290, and 260 μ respectively, see the preceding note 32).

In the recent literature nothing is known about such crystals in the intestine of fish, but the general knowledge about excretion in fish does provide a starting-point. Because the body fluid of fish is hypotonic in relation to sea-water, water is lost via the skin and the gills, and this loss must be compensated by absorption of sea-water via the intestinal tract. The sea-water contains cations. The monovalent cations (Na and K) diffuse along with the water through the epithelium of stomach and intestine and are secreted again via specific cells in the gills and in the kidneys. The bivalent cations (Ca and Mg), however, are left behind and are excreted with the faeces as sulphates or oxides which are insoluble or poorly soluble in the strongly alkaline medium of the intestine. When a fish regularly feeds, the flow through the digestive tract will be so fast that hardly any crystallization of these salts will take place, but when the flow stagnates (*e.g.* in case of starvation), it seems not improbable that the accumulation of Ca and Mg may result in crystallization. [Daa.]

[34]) Below a given grain size river sand may have *sharp angles*. From L.'s words in this paragraph it cannot be inferred whether the *said stuff* having a grey or black colour was really sand, as he thinks. [Zw.]

Hier zien wy weder hoe de voorsigtige [90]) Natuur, zoo een te samen stremminge [91]) in de maag en darmen der Visschen heeft geschikt [92]), op dat geen zout deelen, hoe veel zout water zy ook in haar ingewanden nemen, tot de lighamen der Visschen zoude overgaan, en geen schade toe brengen: Waar door dan ook de Vissen in hoe zoute wateren zy leven, de Vis-deelen van hare lighamen gans na geen zout smaken [93]).

A. LEEUWENHOEK.

---

[90]) *voorsigtige*, voorzienige.

[91]) *te samen stremminge*, hier: het ontstaan van de beschreven kristallen.

[92]) *heeft geschikt*, heeft beschikt, tot stand gebracht.

[93]) Hierbij moet opgemerkt worden, dat er een tegenspraak schuilt in L.'s redeneringen. Hij wist, dat in het zeewater *gemeen zout*, keukenzout, aanwezig is. Hij kende ook de kubusvorm van de keukenzoutkristallen. De zoute smaak van een keukenzoutoplossing schreef hij toe aan zeer kleine, niet opgeloste keukenzoutkristallen, die door hun kubusvormige structuur (!) de zoute smaakgewaarwording zouden veroorzaken (zie Brief 16 [10], van 11 februari 1675, *Alle de Brieven*, Dl. 1, blz. 232-234; Brief 18 [12], van 14 augustus 1675; *idem*, Dl. 1, blz. 310-312; Brief 82 [43], van 5 januari 1685, *idem*, Dl. 5, blz. 10).

Nu neemt L. in het darmkanaal van de kabeljauw kristallen waar, die echter volgens zijn zeggen niet op keukenzoutkristallen gelijken (zie blz. 342 en aant. 84), dat wil zeggen dat zij een andere structuur hebben. Volgens L.'s eigen theorie over de smaak kunnen die waargenomen kristallen niet de smaak van zeewater veroorzaken. L. vergeet hier te verklaren, dat de vorm van deze kristallen dezelfde gewaarwording geeft als die van keukenzout. Toch blijft het opmerkelijk, dat L. heeft gezocht naar een verklaring van het feit, dat zeevissen, hoewel zij in zout water leven, toch niet zout smaken.

Here we see once more that provident Nature has caused such a crystallization in the stomach and intestine of Fish in order that, however much salt water they may take into their intestine, salt particles should not enter the bodies of the Fish and damage them. And thus, however salt may be the water in which Fish live, the Fishy parts of their bodies do not taste salt at all [35]).

A. Leeuwenhoek.

[35]) In this context it is to be noted that there is a contradiction in L.'s arguments. He knew that common salt is present in sea-water. He was also acquainted with the cubical form of the crystals of common salt. He attributed the salt taste of a common salt solution to very small undissolved salt crystals, which owing to their cubic structure (!) were assumed to cause the sensation of a salt taste (see Letter 16 [10], of 11 February 1675, *Collected Letters*, Vol. 1, pp. 233-235; Letter 18 [12], of 14 August 1675, *ibid*, Vol. 1, pp. 311-313; Letter 82 [43], of 5 January 1685, *ibid*, Vol. 5, p. 11).

Now L. observes certain crystals in the digestive tract of the cod, but he says that they do not resemble common salt crystals (see p. 343 and note 31), *i.e.* they have a different structure. According to L.'s own theory of taste those observed crystals cannot cause the taste of sea-water. L. omits to state here that the form of these crystals produces the same sensation as that of common salt. All the same it remains remarkable that L. has sought to account for the fact that sea-fish, though living in salt water, do not taste salt.

LETTER FROM RICHARD WALLER — 31st JANUARY, 1693/4 O.S.

Addressed to: ANTONI VAN LEEUWENHOEK.

Manuscript: The manuscript has not been recovered. A copy is present in London, Royal Society, Letter Book Original, Vol. XI, Part I, pp. 205-206.

No publication is known.

SUMMARY:

Acknowledgment of the receipt of two letters from L.; request for a research on the colours of birds' feathers and for an observation of the presence of spermatozoa in the egg.

REMARKS:

The text as here printed is based on the copy in the Letter Book Original.

31st January, 1693/4 O.S.

A Letter to Mr Anth: Van Leeuwenhoek

Lond. Ian. 31. 1693/4

Sr

yr two Letters came safe to our hands, the former containing your observations of ye generation of ye flea; the other those of ye Mite and other small creatures [1]), wherin the subjects are prosecuted wth yr usual curiosity & exactness, fully illustrateing proving I think satisfactorily univocall generation, as you have formerly don, in several other subjects both animal and Vegetable, and indeed the opinion of spontaneous generation, (the creature that we recieved being from ye mud of Nile) [a]) looses credit dayly and dwindles in the Repute of ye more nice Examinen of Nature [2]).
Sr By order of ye R. Soc. [3]) I return thankes for the communication of yr discoverys, and desire ye continuance therof. and quere if It [b]) might not be worth yr trouble to make some microscopical Observations of ye difference of colours particularly of feathers as I proposed in my last to you, as likewise of other coloured bodys; possibly the same thread of silke, dyed of different colours, might be examined to see what alteration is made in the outward or inward parts therof, wch causes that different reflexion of Light giving those colours; possibly painters Colours may be fit subjects, and possibly the several disguises of Mercury in white, red, yellow and the like might give different appearances of ye constituent parts in the microscope, which I leave to yr choice [4]).

If you have ever bin so happy as to observe the Animalcule of ye Malesperme in the Egg of the female, the communication therof would be very acceptable to us, & possibly the Eggs of Insects are the fittest subjects to looke

---

[a]) The text between brackets has been deleted in the manuscript. [b]) Originally this read *I*, but it has been corrected to *It* in different ink.

[1]) The letter containing the observations on the generation of the flea is Letter 126 [76], of 15 October 1693, pp. 211-259, in the present volume; the other one, on the mite and other small creatures, is Letter 129 [77], of 20 December 1693, pp. 269-317, in the present volume.

[2]) On *univocall generation* WALLER wrote already at length in his letter of 28 April 1693 O.S. (8 May 1693 N.S.), pp. 183-185 and note 6, in the present volume.

[3]) No explicit order of the Council or of the Fellows of the Royal Society is to be found either in the *Minutes of Council* or in the *Journal Book Original* in the period 1693-1694.

[4]) On an earlier occasion already, in his letter of 28 April 1693 O.S. (8 May 1693 N.S.), p. 183, in the present volume, WALLER had asked L. to carry on research about the colours of birds' feathers, which request had been answered by L. with a few remarks on the colours of the feathers of a parrot and of a woollen thread in Letter 126 [76], of 15 October 1693, pp. 207-211, in the present volume.

for this Animalcule in, as being less than ye Eggs of other creatures, and therfor you have not so far to seeke for the Animalcule [5]).

A small parcel of ye Philos. Transact. being all that have bin publisht since the last you recieved, shall be sent you to Rotterdam and left wth y^r kinsman [6]) as you direct by the first opportunity wch you are desired to accept off from

S^r y^r most humble servant
RIC: WALLER

---

[5]) After his unsuccessful attempt to discover the entrance of the spermatozoa into the egg-cell L. seems to have assumed so far that the essence of the fertilization process consisted in the superficial contact of the spermatozoa with the egg-cell; see Letter 72 [38], of 16 July 1683, *Collected Letters*, Vol. 4, pp. 57-67, dealing, amongst other things, with the reproduction of frogs. L. was to answer WALLER's request in Letter [80], of 2 March 1694, to be published in Vol. 10.

[6]) The *small parcel* of the Philosophical Transactions may have been Volume XVIII for the years 1691-1693. The *imprimatur* for this volume was given by the Chairman of the Royal Society on 31 January 1693/4 O.S. (10 February 1694 N.S.), *i.e.* on the same date as that of this letter.

L.'s kinsman was his sister's son, PHILIPS VAN LEEUWEN; see Letter 128, of 8 December 1693, p. 267, in the present volume.

Gericht aan: RICHARD WALLER.

Manuscript: Ondertekende, eigenhandige brief te Londen, Royal Society, MS. 1957, Early Letters L. 2. 48. Twee octavobladzijden, waarvan een blanco.

Niet gepubliceerd.

KORTE INHOUD:

Begeleidend schrijven van de voorgaande Brief 131 [78], van 24 januari 1694.

LETTER No. 132 12th FEBRUARY, 1694

Addressed to: Richard Waller.

Manuscript: Signed autograph; London, Royal Society, MS. 1957, Early Letters L. 2. 48. Two octavo pages, one of which is blank.

No publication is known.

SUMMARY:

Accompanies the preceding Letter 131 [78], of 24 January 1694.

12 februari 1694

d' Hr Ric: Waller.

Wel Edele Hoogh Geleerde Heer.

Mijn laasten alder onderdanigsten aan sijne Wel Ed: is geweest den 19e der voorledene maant, die ik wil hoopen dat wel ontfangen is [1]). Hier nevens gaan weder eenige van mijne geringe aantekeningen [2]) en sal int kort [3]) nog eenige ontdekkingen sijne Wel Ed: laten toe komen [4]). En [a]) sal na presentatie van mijn geringen dienst soo aan sijn, Hoogh Edele als aan de Hoogh Ed: Heren Leden vande Co: So: blijven.

Wel Ed: Hoogh Geleerde Heer.
Sijne Hoogh Ed: onderdanige Dien[aar] [5])
Antoni van Leeuwenhoek

Delft desen
12 feb. 1694.

---

[a]) hs: komen. en

[1]) Dit is Brief 130, van 19 januari 1694, blz. 318-320 in dit deel, ter begeleiding van Brief 129 [77], van 20 december 1693, blz. 268-316, over de emelt en de mijt.

[2]) Dit is de voorgaande Brief 131 [78], van 24 januari 1694, blz. 322-346 in dit deel, handelend over de ingewandswormen.

[3]) *int kort*, binnenkort.

[4]) Waarschijnlijk slaat dit op de hier volgende Brief 133 [79], van 24 februari 1694, handelend over fosfor.

[5]) De laatste letters van dit woord zijn onleesbaar, doordat L. ze tegen de rand van het papier zeer dicht in elkaar heeft geschreven. Erboven staat een afkortingsteken.

12th February, 1694

Mr. Richard Waller.

Very Noble and Highly Learned Sir,

My last, most humble letter to Your Honour was dated the 19th of last month, and I hope it has been duly received [1]). Enclosed herewith are once again a few of my modest notes [2]), and I will shortly dispatch to Your Honour a few more discoveries [3]). And after offering my humble services both to Your Honour and to the Very Noble Gentlemen, Members of the Royal Society, I remain,

Very Noble and Highly Learned Sir,
Your Honour's humble Servant
ANTONI VAN LEEUWENHOEK

Delft, this
12th of February 1694.

---

[1]) This is Letter 130, of 19 January 1694, pp. 319-321, in this volume, which accompanied Letter 129 [77], of 20 December 1693, pp. 269-317, on the leather-jacket and the mite.

[2]) This is the preceding Letter 131 [78], of 24 January 1694, pp. 323-347, in this volume, dealing with the intestinal worms.

[3]) This refers probably to the next Letter 133 [79], of 24 February 1694, dealing with phosphorus.

Gericht aan: de Royal Society.

Manuscript: Het manuscript en de tekeningen zijn niet teruggevonden.

GEPUBLICEERD IN:

A. van Leeuwenhoek 1694: *Vierde Vervolg Der Brieven* ..., blz. 620-631, 5 figuren (Delft: H. van Kroonevelt). – Nederlandse tekst [A].

A. van Leeuwenhoek 1695: *Arcana Naturae Detecta*, blz. 409-416, 5 figuren (Delphis Batavorum: H. a Krooneveld). – Latijnse vertaling.

A. à Leeuwenhoek 1722: *Opera Omnia, Seu Arcana Naturae ... Editio Novissima* ..., blz. 373-380, 5 figuren (Lugduni Batavorum: J. A. Langerak). – Latijnse vertaling [C].

N. Hartsoeker 1730: *Extrait Critique des Lettres de feu M. Leeuwenhoek*, in *Cours de Physique* ..., blz. 32 (La Haye). – Frans excerpt.

S. Hoole 1807: *The select Works of Anthony van Leeuwenhoek* ..., Dl. 2, blz. 242-248, 5 figuren (London). – Engelse vertaling.

A. J. J. Vandevelde 1922: *De Brieven 76 tot 107 van Antoni van Leeuwenhoek* ..., in Versl. en Meded. Kon. Vlaamsche Acad., Jrg. 1922, blz. 1098. – Nederlands excerpt.

KORTE INHOUD:

Proeven met vast phosphor.

FIGUREN:

De 5 gegraveerde figuren zijn bijeengebracht op één plaat.

OPMERKING:

De hier afgedrukte tekst is gebaseerd op [A].

Addressed to: the Royal Society.

Manuscript: The manuscript and the drawings have not been traced.

PUBLISHED IN:

A. van Leeuwenhoek 1694: *Vierde Vervolg Der Brieven* ..., pp. 620-631, 5 figures (Delft: H. van Kroonevelt). – Dutch text [A].

A. van Leeuwenhoek 1695: *Arcana Naturae Detecta*, pp. 409-416, 5 figures (Delphis Batavorum: H. a Krooneveld). – Latin translation.

A. à Leeuwenhoek 1722: *Opera Omnia, Seu Arcana Naturae ... Editio Novissima* ..., pp. 373-380, 5 figures (Lugduni Batavorum: J. A. Langerak). – Latin translation [C].

N. Hartsoeker 1730: *Extrait Critique des Lettres de feu M. Leeuwenhoek*, in *Cours de Physique* ..., p. 32 (La Haye). – French abstract.

S. Hoole 1807: *The select Works of Anthony van Leeuwenhoek* ..., Vol. 2, pp. 242-248, 5 figures (London). – English translation.

A. J. J. Vandevelde 1922: *De Brieven 76 tot 107 van Antoni van Leeuwenhoek* ..., in Versl. en Meded. Kon. Vlaamsche Acad., 1922, p. 1098. – Dutch abstract.

SUMMARY:

Experiments with solid phosphorus.

FIGURES:

The five engraved figures have been grouped in one plate.

REMARK:

The text as printed here is based on [A].

24 februari 1694

Delft in Holland, den 24. February. 1694.

HOOG EDELE HEEREN.

Beschrijving van enkele eigenschappen van fosfor.

Ontrent drie jaren geleden, komt by my seker Hoogduyts Heer, die tot my zeyde dat [1]) Doctor Midicinae was, en dat zoo uyt Engelant quam, deze dede my de gebiedenis [2]) van verscheyden Heeren uyt London; na dat den zelven eenige tijd by my geweest hadde, bragt hy voor den dag, een kleyn Flesje met water, waar in onder op de gront lagen, eenige weynige stukjens witagtige stoffe, verbeeldende in 't bloote oog wit was [3]), dat een weynig na den geele was hellende [4]).

Hy nam een stukje van die stoffe uyt het water en trok of schreef daar mede eenige letters zoo groot ontrent als een lit van een vinger op een klat papier, en al hoe wel men met het bloote oog gans niet [5]) op het papier en konde bekennen, nogtans vertoonden alle de getrokkene letters wanneer wy met het zelvige in een duystere plaats gingen, even als of het papier stond en brande [6]) ter plaatse daar hy met de gezeyde stoffe het papier hadde aangeraakt: dog dese brand was zeer bleek, ofte bleyk [7]). Wanneer ik dit papier eenige uuren daar na in 't donker nog bezag, zoo waren de letters helder ligt [8]).

---

1) *dat*, dat hij.

2) *gebiedenis*, beleefde groet.

3) *verbeeldende ... wit was*, er uitziende als witte was.

4) *een weynig na den geele was hellende*, naar een gele kleur zweemde.

Uit de beschrijving en de hierna verhaalde proeven blijkt, dat de *stoffe* het witte fosfor (P_4) geweest is. Fosfor wordt ook tegenwoordig nog bewaard onder water, omdat het, blootgesteld aan de lucht, langzaam oxydeert tot het nevelvormende fosforpentoxyde (P_2O_5).

Fosfor werd kort voor 1675 ontdekt door de Hamburgse chemicus Hennig Brand, die het geheim van de bereiding verkocht aan de Duitse arts Johann Daniel Kraft. Mogelijk is het dezelfde Kraft, die L. *ontrent drie jaren geleden* (omstreeks 1691) bezocht en hem enkele proeven met fosfor demonstreerde (zie ook Biogr. Reg.). In ieder geval maakte Kraft al in 1677 fosfor bekend aan Robert Boyle, die naar aanleiding daarvan proeven met een suspensie van fosfor publiceerde in *The Aerial Noctiluca* (London, 1680) en proeven met vast fosfor in *New Experiments, and Observations, Made upon the Icy Noctiluca* (London, 1681/2). Beide publicaties vormen de meest volledige studies over dit onderwerp in de 17de eeuw. Zij werden later opnieuw uitgegeven door Thomas Birch in *The Works of the Honourable Robert Boyle* (London, 1744), Dl. 4, blz. 19-37 (*Aerial Noctiluca*) en blz. 70-89 (*Icy Noctiluca*).

(J. R. Partington 1961: *A History of Chemistry* (London), Dl. 2, blz. 371-374 en 542-545; J. F. Fulton 1961 (ed. 2): *A Bibliography of the Honourable Robert Boyle* (Oxford), blz. 95-98 en 143-145).

5) *niet*, niets.

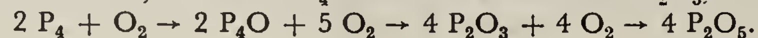
6) Het woord *vertoonden* is in het zinsgedeelte *nogtans ... brande* op ongewone wijze gebruikt. Het betekent hier blijkbaar „waren te zien". C heeft een iets andere formulering, nl. *tamen omnes illae literae ... in charta ardere videbantur.*

stond en brande, in brand stond.

7) *dese brand*, deze gloed.

bleyk, hld. dialektvorm van bleek, door L. als synoniem vermeld. De reden daarvan is niet duidelijk.

8) Het hier beschreven lichtverschijnsel (luminescentie) treedt waarschijnlijk op bij de oxydatie van het vaste, roodbruine P_4O tot het nevelvormende P_2O_3, een hypothetische tussenfase van de reactie:



$2\,P_4 + O_2 \rightarrow 2\,P_4O + 5\,O_2 \rightarrow 4\,P_2O_3 + 4\,O_2 \rightarrow 4\,P_2O_5$. [Spr. en Boo.]

24th February, 1694

Delft in Holland, the 24th February 1694.

VERY NOBLE SIRS,

About three years ago, there came to me a certain High German Gentleman, who said to me that he was a Doctor Medicinae, and that he had just come from England; he gave me the respectful greetings from several Gentlemen from London. After he had been with me for some time, he produced a Vial with water, on the bottom of which there lay some few tiny pieces of a whitish substance, appearing to the naked eye like white wax, slightly tending towards yellow [1]).

Description of some properties of phosphorus.

He took a little bit of that substance out of the water, and drew or wrote therewith a few letters about the size of a joint of a finger on scribbling-paper, and although with the naked eye one could not perceive anything at all on the paper, nevertheless, when we went with the paper to a dark place, all the drawn letters appeared as if the paper were burning in the places where he had touched it with the said substance: but this glow was very pale [2]). When I looked at this paper again a few hours afterwards in the dark, the letters were brightly luminous [3]).

---

[1]) From the description and the experiments reported hereinafter it appears that the *substance* was white or „yellow" phosphorus (P_4). Even today phosphorus is always kept under water because, when exposed to the air, it slowly oxidizes to the fume-forming phosphorus pentoxide (P_2O_5).

Phosphorus was discovered shortly before 1675 by the Hamburg chemist HENNIG BRAND, who sold the secret of its preparation to the German physician JOHANN DANIEL KRAFT. This may have been the same KRAFT who visited L. *about three years ago* (around 1691) and demonstrated some experiments with phosphorus in front of him (see also Biogr. Reg.). At all events KRAFT as early as 1677 communicated the existence of phosphorus to ROBERT BOYLE, who in connection with this published experiments with a suspension of phosphorus in *The Aerial Noctiluca* (London, 1680) and experiments with solid phosphorus in *New Experiments, and Observations, Made upon the Icy Noctiluca* (London, 1681/2). These two publications form the most complete studies of the seventeenth century on the subject. They were republished later by THOMAS BIRCH in *The Works of the Honourable Robert Boyle* (1744), Vol. 4, pp. 19-37 (*Aerial Noctiluca*) and pp. 70-89 (*Icy Noctiluca*) (J. R. PARTINGTON 1961: *A History of Chemistry*, Vol. 2, pp. 371-374 and 542-545; J. F. FULTON 1961 (ed. 2): *A Bibliography of the Honourable Robert Boyle*, pp. 95-98 and 143-145).

[2]) The Dutch text reads literally: but this glow was very pale (*bleek*) or pale (*bleyk*). *Bleyk* is a dialect form, used in the province of Holland, of *bleek;* it is mentioned by L. as a synonym. The reason of it is not clear.

[3]) The luminous phenomenon here described (luminescence) probably occurs when the solid, reddish brown P_4O is oxidized to the fume-forming P_2O_3, a hypothetical intermediate phase of the reaction: $2\ P_4 + O_2 \rightarrow 2\ P_4O + 5\ O_2 \rightarrow 4\ P_2O_3 + 4\ O_2 \rightarrow 4\ P_2O_5$. [Spr. and Boo.]

Vorders nam hy een kleyn stukje van die stoffe, en leyde het tusschen graeuw papier, en hy vreef zes â. agt maal gins en weer [9]) zeer schielyk met een stokje of yet anders, op het papier, ter plaatse waar onder die stoffe lag, en ik zag met verwondering, dat het papier in dit vrijven, in een starke brand vloog [10]).

Deze verhaalde stoffe zeyde hy Doctor dat uyt oude Pis gedisteleert wierd [11]), en dat die niet goet te houden was, of zy most onder water leggen [12]). Den zelven vereerde [13]) my een kleyn stukje, daar van ontrent nog een groote spelde hooft groote, onder my is berustende, en hebbe tot drie destincte reysen [14]) het hier vooren verhaalde in 't werk gestelt, en altijts niet alleen, de verhaalde uyt komst gehad, maar ook gesien, dat de getrokke letters, als ik die zoo na aan het vuyr bragt, dat het papier warm werd, dat dan het papier al waar de letters getrokken waren, in brant vloog, en de brant aanstonts zig verder verspreyde [10]).

Dien Heer versogt verder een schoon glas met water, dit bekomen hebbende nam hy een tweede Flesje gevult met een helder nat, en goot uyt dat Flesje, een weynig nat in het glas met water, als wanneer [15]) eenig rook, en ook een zeer flaeuw ligt, van het water afging [16]).

Zeker persoon van mijn kennis die buytens Lant is, zent my met de Post een kleyn Flesje met water, al waar in was ontrent een halve ert groote stoffe [17]),

---

[9]) *gins en weer*, heen en weer.

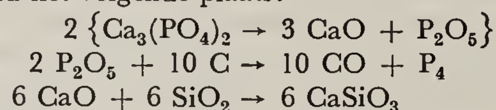
[10]) Door verwarming wordt de reactiesnelheid tussen fosfor en zuurstof vergroot. De warmte, die bij deze versnelde reactie vrijkomt, is groot genoeg om papier te doen ontbranden.

Nevels van P_2O_3 en P_2O_5 ontwijken, terwijl er een roestbruine stof (waarschijnlijk P_4O) overblijft. [Spr. en Boo.]

[11]) Het geheim van de fosforbereiding, dat KRAFT had gekocht van de ontdekker BRAND, werd onafhankelijk van hem nogmaals ontdekt door JOHANN KUNCKEL in 1676 en door ROBERT BOYLE in 1680, maar aan de laatste komt de prioriteit toe van de publicatie van de bereidingswijze in *The Aerial Noctiluca* (*The Works of the Honourable Robert Boyle* (London, 1744), Dl. 4, blz. 35-37). Deze bereidingswijze wordt als volgt omschreven:

De urine werd verdampt totdat deze bijna droog was. Er bleef een vast, zwart residu achter. Dit residu werd enkele maanden bewaard; er had dan rotting plaats. Vervolgens werd het eerst zacht verhit, daarna sterk verhit met de dubbele gewichtshoeveelheid zand. Het fosfor destilleerde over en werd onder water opgevangen.

Chemisch vond het volgende plaats:



$$2\,\{Ca_3(PO_4)_2 \rightarrow 3\,CaO + P_2O_5\}$$
$$2\,P_2O_5 + 10\,C \rightarrow 10\,CO + P_4$$
$$6\,CaO + 6\,SiO_2 \rightarrow 6\,CaSiO_3$$



$$2\,Ca_3(PO_4)_2 + 10\,C + 6\,SiO_2 \rightarrow 6\,CaSiO_3 + 10\,CO + P_4$$

(M. E. WEEKS 1956 (ed. 6): *Discovery of the Elements* (Easton), blz. 112). [Spr. en Boo.]

[12]) Zie aant. 4 van deze brief.

[13]) *vereerde*, gaf ten geschenke.

[14]) *drie destincte reysen*, drie verschillende keren.

[15]) *als wanneer*, op welk ogenblik.

[16]) Het *helder nat* uit het *tweede Flesje* was naar alle waarschijnlijkheid water, waarin fosfor was bewaard. In dit water bevonden zich minuscule fosfordeeltjes, die door de opgeloste zuurstof geoxydeerd werden, waarbij luminescentie optrad. De rook is een nevel van P_2O_5, het eindproduct van de oxydatie (zie ook aant. 8 van deze brief). [Spr. en Boo.]

[17]) Een stukje fosfor ter grootte van een halve erwt komt overeen met ongeveer 200 mg P_4.

He furthermore took a tiny piece of that substance and put it between gray paper, and he rubbed six or eight times very quickly to and fro on the paper with a little stick or something else in the place under which that substance lay, and I saw to my astonishment that the paper, during this rubbing, caught fire very strongly [4]).

He, the Doctor, said that this aforesaid substance had been distilled from old Piss [5]), and that it could not be kept in good condition unless it lay under water [6]). He presented me with a tiny piece, of which an amount about the size of a large pin-head is still in my possession, and up to three times I acted as described heretofore, and invariably I not only obtained the result described, but I also saw that when I brought the drawn letters so close to the fire that the paper became hot, the paper began to burn in the places where the letters had been drawn, and the combustion at once spread further [4]).

This Gentleman also asked for a clean glass with water in it; having received this, he took a second Vial, filled with a clear fluid, and poured out of that Vial a small amount of fluid into the glass with the water, upon which some smoke, and also a very faint light, came from the water [7]).

A certain person of my acquaintance, who is out of the Country, sent me by Post a Vial with water, in which there was a substance about the size of half

---

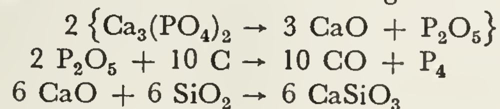
[4]) Heating increases the rate of the reaction between yellow phosphorus and oxygen. The heat liberated during this accelerated reaction is sufficient to kindle paper.

Fumes of P_2O_3 and P_2O_5 escape, while a rust-brown substance (probably P_4O) is left behind. [Spr. and Boo.]

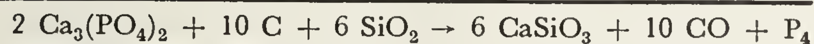
[5]) The secret of the preparation of phosphorus, which KRAFT had bought from its discoverer BRAND, was discovered once more independently by JOHANN KUNCKEL in 1676 and by ROBERT BOYLE in 1680, but it is to the latter that the priority of the publication of the process in *The Aerial Noctiluca* is due (*The Works of the Honourable Robert Boyle* (1744), Vol. 4, pp. 35-37). This process is described as follows:

Urine was evaporated until it was almost dry. A solid black residue was left. This redisue was kept for some months and putrefaction then took place. Subsequently this substance was first heated gently, then strongly with twice the quantity of sand by weight. The phosphorus distilled over and was collected under water.

In conventional chemical terms the following reactions may be said to have taken place:



$$2\,\{Ca_3(PO_4)_2 \rightarrow 3\,CaO + P_2O_5\}$$
$$2\,P_2O_5 + 10\,C \rightarrow 10\,CO + P_4$$
$$6\,CaO + 6\,SiO_2 \rightarrow 6\,CaSiO_3$$



$$2\,Ca_3(PO_4)_2 + 10\,C + 6\,SiO_2 \rightarrow 6\,CaSiO_3 + 10\,CO + P_4$$

(M. E. WEEKS 1956 (ed. 6): *Discovery of the Elements*, p. 112). [Spr. and Boo.]

[6]) See note 1 to this letter.

[7]) The *clear fluid* from the *second Vial* in all probability was water in which phosphorus had been kept. This water contained minute particles of phosphorus, which were oxidized by the dissolved oxygen, upon which luminescence occurred. The smoke is a fume of P_2O_5, the final product of the oxidation (see also note 3 to this letter). [Spr. and Boo.]

dat hy zeyt berg werk [18]) te zyn, en noemt het ligt der nature [19]), dit was zeker Heer Chimicus in die stad, al waar hy doen was, mede gedeelt, met by voeginge, dat het die Heer, van wien hy dat hadde ontfangen, mede was vereert [13]), en dat ik de helft hadde van die vereerde stoffe, en dat hy gesien hadde dat dien Heer de stoffe uyt het water nemende, en in de hand leggende, van alle kanten een damp wasem, of rook van sig stiet, en dus [20]) de hand een weynig onder een tafel-kleet in 't duyster houdende, ligte, en vuyrde die stoffe als eenig verrot hout enz:

Deze stoffe en hadde ik niet bekomen, of ik oordeelde dat het van die stoffe was, die hier vooren hebbe geseyt, die ik [21]) van de Hoogduytse [a]) Heer hadde ontfangen. Want als ik die met het bloote oog beschoude, ende der zelviger uytwerkinge te proeve stelde, zoo waren dezelvige malkanderen zoo gelyk, als of die van een stuk waren afgebrooken geweest; ik hebbe als doen, de stoffe na mijn vermogen geexamineert, ende de aantekeningen die ik daar van gehouden hebbe zyn deze.

Waarnemingen aan vast fosfor op een glasplaatje.

Ik hebbe de stoffe met het water uyt gegooten, en een stukje zoo groot als een spelde hooft van het zelvige zoo als het onder water lag, daar van afgesneden, na dat ik al vooren een glaasje tot mijne observatien dienstig daar toe bereyt hadde. Dit stukje stof op het glaasje leggende, bragt ik aanstonts voor het vergroot glas, en zag dat rondom het zelvige lag, een weynig vogtigheyt, ende dat de stoffe my als een duyster lighaam voor quam, alleen met dit onderscheyt, dat my op twee byzondere [22]) plaasjens kleyne ligjens [23]) voor quamen, en zag [24]) te gelyk, dat een groot getal van deeltgens die ik oordeelde

---

a) A: Hoogduyse

18) *berg werk*, delfstof.

19) *noemt*, dat hij noemt.

De uitdrukking *ligt der nature* is een vertaling van het Latijnse „natura lucis". Als synoniem gebruikte men toen ook het Griekse woord „phosphoros", lichtdrager. Beide uitdrukkingen waren verzamelnamen voor verschillende luminescerende stoffen, zoals de steen van Bologna (bariumsulfide), het fosfor van Balduin (calciumnitraat), vloeispaat (calciumfluoride) en het fosfor van Brand (P_4).

Reeds in 1676 maakte Elsholtz in *De phosphoris quatuor observatio* (Berlino) een onderscheid tussen de lichtverschijnselen van de steen van Bologna, het fosfor van Balduin en de vloeispaat enerzijds en het lichten van het fosfor van Brand anderzijds. Men zag in, dat de eerste slechts licht uitstraalden, nadat zij belicht waren, terwijl fosfor zonder belichting in het donker lichtte.

In de 17de en 18de eeuwen besteedde de Royal Society veel aandacht aan de verschillende „phosphori" in haar vergaderingen en in de *Philosophical Transactions*, zonder de aard en de oorsprong van de lichtverschijnselen te kunnen oplossen.

(T. Birch 1757: *The History of the Royal Society of London* (London), Dl. 2, blz. 393; Dl. 3, blz. 77, 328-329, 393, 475, 485; Dl. 4, blz. 55-56, 61, 110, 114, 125; P. H. Maty 1787: *A General Index to the Philosophical Transactions* (London), blz. 70, 274, 380; J. R. Partington 1961: *A History of Chemistry* (London-New York), Dl. 2, blz. 334-340, 372).

20) *dus*, zo, nl. met het fosfor op de hand.

21) *die hier vooren hebbe geseyt, die ik*, waarvan ik hierboven heb gezegd, dat ik ze.

22) *byzondere*, verschillende.

23) Uit de beschrijving volgt, dat L. hier opvallend licht gebruikte als bij een modern microscoop, waardoor het naar zijn oog gewende vlak van het stukje fosfor relatief duister was; juist op dat duistere vlak kon hij luminescentie waarnemen. Als zijn lichtbron zich tussen het fosfor en zijn vergrootglas bevonden zou hebben, had hij door overbelichting van dat vlak geen luminescentie kunnen waarnemen.

24) *zag*, ik zag.

a pea [8]), which he states to be a mineral and which he calls the light of nature [9]); this had been communicated to a certain Chemist in that city where he then was; he added that it had also been presented to that Gentleman from whom he had received it, and that I had one half of that presented substance, and that he had seen that when that Gentleman took the substance out of the water, and put it in his hand, it exhaled on all sides a fume, vapour, or smoke, and when he held the hand a little under a table-cover in the dark, that substance lit up and burned like some rotten wood, etc.

No sooner had I received this substance but I judged that it was the same kind of substance which I said heretofore I had received from the High German Gentleman. For when I examined it with the naked eye, and put its action to the test, they were as similar to each other as if they had been broken off one and the same piece; I then examined the substance to the best of my ability, and the notes which I made about it are as follows.

Observations on solid phosphorus on a glass slide.

I poured out the substance with the water, and cut off a tiny piece the size of a pin-head from it as it was lying under the water, after having previously prepared for the purpose a slide, serviceable for my observations. After putting this tiny piece of the substance on the glass, I at once brought it before the magnifying glass, and I saw that around the same there lay some moisture and that the substance appeared to me like a dark object, only with this difference that, in two different places, tiny lights [10]) became visible to me, and I saw at

---

[8]) A piece of phosphorus the size of half a pea corresponds to about 200 mg of P_4.

[9]) The expression *light of nature* is a translation of the Latin *lumen naturale*. The Greek word *phosphoros* (light-bearer) was used as a synonym. Both terms were collective names for various luminescent substances, such as the Bologna stone (barium sulphide), BALDUIN's phosphorus (calcium nitrate), fluorspar (calcium fluoride), and BRAND's phosphorus (P_4).

Already in 1676 ELSHOLTZ in *De phosphoris quatuor observatio* (Berlino) differentiated between the luminous phenomena of the Bologna stone, BALDUIN's phosphorus, and fluorspar on the one hand and the luminescence of BRAND's phosphorus on the other hand. It was realized that the former only emitted light after they had been illuminated, whilst phosphorus emitted light in the dark, without being illuminated.

In the seventeenth and eighteenth centuries the Royal Society devoted a good deal of attention to the various *phosphori* at their meetings and in the *Philosophical Transactions*, but they were unable to ascertain the nature and the origin of the luminous phenomena (T. BIRCH 1757: *The History of the Royal Society of London*, Vol. 2, p. 393; Vol. 3, pp. 77, 328-329, 393, 475, 485; Vol. 4, pp. 55-56, 61, 110, 114, 125; P. H. MATY 1787: *A General Index to the Philosophical Transactions*, pp. 70, 274, 380; J. R. PARTINGTON 1961: *A History of Chemistry*, Vol. 2, pp. 334-340, 372).

[10]) From the description it is clear that L. here used transverse light as in a modern microscope, in consequence of which the surface of the piece of phosphorus turned towards his eye was relatively dark; it was precisely against this dark background that he could observe luminescence. If his source of light had been between the phosphorus and his magnifying glass, he would not have been able to observe luminescence, owing to over-exposure of that surface.

bolletgens te zyn, seer snel door malkanderen bewogen wierden, welke bolletgens op twee byzondere plaatsen van de stoffe te samen quamen, als wanneer [25]) die als van de stoffe wierden afgedreven, en na dat die bolletgens 5 à 6. hairbreeten [26]) van het lighaam, waar uyt zy quamen, waren verhuyst [27]), zoo raakten die uyt het gesigt [28]). Alle deze bolletgens, was die stoffe, die wy in ons bloote oog rook zouden noemen; kort daar aan [29]) vertoonden haar verscheyde zeer kleyne ligjens in het stukje stoffe, die van tijd tot tijd [30]), zoo veel toe namen, dat het my door het vergroot glas te beschouwen toe scheen, als of wy een beglomme turf kool vuyrs [31]) zagen, die zoo hier als daar met een weynig as bedekt was.

Dog het geene waar over ik verstelt stond, dat was, dat de meeste stoffe die wy rook noemen, niet in de lugt verspreyde, of om hoog wierde op gedreven, gelyk wy gemeenelyk de rook sien op gaan, maar op het glas neder daalde, ja zoodanig, dat 'er om de zoo genaamde ligt der natuere, niet alleen meerder vogtigheyt was, als daar te vooren, maar een halve duym breet [32]) van de stoffe, lag een zeer klare heldere vogt, bestaande uyt rondagtige kleyne deeltgens, als ook eenige die grooter waren, en dat in zoo een groote menigte, dat het verwonderens waardig was, en veele van de zelvige verbeelden [33]) wel water, andere weder een olyagtige stoffe [34]).

Na dat deze stoffe een gantsche nagt hadde gestaan, beschoude ik die des mergens weder, en doen zag ik, dat de in 't oog waterige vogt, nog meerder was toe genomen, en daar benevens zag ik dat de kleyne bolletgens, die van de stoffe afging, anders rook geseyt, nog van de stoffe wierden afgedreven.

Ik bragt de stoffe in een duystere plaats, om te sien, of dezelvige nog eenig ligt van sig zoude geven, gelyk ik des avonts te vooren gesien hadde: dog ik en konde geen ligt bekennen.

---

25) *als wanneer ... afgedreven*, en dan werden die als het ware van de stof afgedreven.

Dit is een merkwaardige waarneming van L., die nader uiteengezet zal worden in aant. 57 op blz. 368.

26) In de regel geeft L. nauwkeurig aan, welke haarsoort hij bedoelt. Waarschijnlijk is hier sprake van een hoofdhaar, 60-80 μ dik.

27) *waren verhuyst*, zich hadden verplaatst.

28) L. bedoelt hier, dat de *bolletgens* uit het gebied van de scherptediepte van het vergrootglas raakten. [Bre.]

29) *kort daar aan*, kort daarop.

30) *van tijd tot tijd*, langzaamaan, geleidelijk.

31) *een beglomme turf kool vuyrs*, een stuk gloeiende turf.

32) *een halve duym breet*, ca. 13 mm.

33) *verbeelden*, zien er uit als.

34) De waarnemingen in deze en de voorgaande alinea zijn gemakkelijk na te volgen met een stukje fosfor op een horizontaal liggend object-glas onder een microscoop met een vergroting van 25 × of 50 ×. De *bolletgens* zijn dan deeltjes van P_2O_5 met water (P_2O_5 is zeer hygroscopisch!), die de door L. beschreven rook vormen en die aanmerkelijk zwaarder zijn dan die van lucht. Deze rook stijgt dus niet op, maar daalt. Merkwaardig is, dat L. nergens in deze brief de penetrante reuk van de rook van fosfor vermeldt.

De deeltjes van P_2O_5 met water vormen, neergedaald op het glas, een hydraat, dat tenslotte waarschijnlijk overgaat in het „glazige" meta-fosforzuur (HPO_3), door L. de *rondagtige kleyne deeltgens* genoemd:



$P_4O_{10} \xrightarrow{H_2O} H_3P_4O_{11} \xrightarrow{H_2O} H_4P_4O_{12} = 4\ HPO_3$ [Spr. en Boo.]

the same time that a great many particles, which I judged to be globules, were being moved about very rapidly, these globules came together in two different places in the substance, and then they were as it were expelled from the substance [11]), and after these globules had moved 5 or 6 hairs' breadths [12]) from the object from which they had come, they got out of sight [13]). All these globules consisted of that substance which, viewed by the naked eye, we should call smoke; shortly after this, several very tiny lights appeared in the little piece of substance, which gradually increased so much that it seemed to me, looking through the magnifying glass, as if we saw a lump of glowing peat, which was covered here and there with some ash.

But what I was astonished about was that most of the substance which we call smoke did not spread in the air, or was driven upwards, as we commonly see smoke going up, but now sank down on to the glass; nay, in such a way that, around the so-called light of nature, there was not only more moisture than there had been before, but at half an inch's distance [14]) from the substance there lay a very clear and transparent fluid, consisting of tiny roundish particles as well as some which were bigger, and this in such great numbers that it was surprising, and many of them looked like water; others again like an oily substance [15]).

After this substance had stood for a whole night, I examined it again in the morning, and I then saw that the moisture apparently resembling water had increased still more, and in addition I saw that the tiny globules which emerged from the substance, otherwise called smoke, were still being expelled from the substance.

I took the substance to a dark place, in order to see whether it would emit any light, as I had seen the previous evening: but I could not perceive any light.

---

[11]) This is a curious observation of L.'s, which will be explained more fully in note 23 on p. 369.

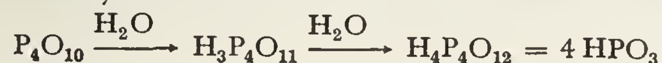
[12]) As a rule L. indicates accurately what kind of hair he is referring to. In this case the reference is probably to a thickness of 60-80 μ and to a hair off his head.

[13]) L. here means to say that the globules got out of the depth of field of the magnifying glass. [Bre.]

[14]) *half an inch*, about 13 mm.

[15]) The observations in this paragraph and the preceding one can easily be reproduced with a piece of phosphorus on a horizontal object glass under a microscope with a magnification of 25 or 50 times. The *globules* are then particles of P_2O_5 with water (P_2O_5 is highly hygroscopic!), which form the smoke described by L. and which are considerably heavier than those of air. This smoke therefore does not ascend but descends. It is curious that L. does not mention the penetrating odour of the smoke of phosphorus anywhere in this letter.

The particles of P_2O_5 with water, when they have descended on the glass, form a hydrate, which finally is probably transformed into the „vitreous" phosphoric acid (HPO_3), called the *tiny roundish particles* by L.:



$$P_4O_{10} \xrightarrow{H_2O} H_3P_4O_{11} \xrightarrow{H_2O} H_4P_4O_{12} = 4\,HPO_3$$ [Spr. and Boo.]

Na dat de stoffe ontrent vier-en-twintig uuren in de lugt op mijn Comptoir [35]) hadde gestaan, ondersogt ik die weder, dog ik en konde geen afdrijvende stoffe gewaar werden, waar op ik een kaars ontstak, en benam het dag ligt [36]), om dus nog scharper te mogen [37]) sien, als wanneer [38]) ik de afdrijvende bolletgens gewaar wierde, dat ik my inbeelde [39]), meest veroorsaakt wiert, door de warmte van de kaars, want ik vernam [40]) dat van eenige uyt gevloeyde stoffe, de vogt was weg gewasemt, ende dat eenige Zout deeltgens in irreguliere figuurtgens waren te samen gestremt [41]).

Waarnemingen aan vast fosfor in een afgesloten ruimte.

Wijders stelde ik my een glaasje toe [42]), daar nooyt eenige vogt hadde in geweest, en ik nam de helft van de zoo genoemde stoffe [43,a]) ligt der nature, uyt het water, en wentelde het zelvige rondomme over een klat papier, met die insigte [44]), op dat alle het water, dat aan de stoffe mogte sitten, tot het papier zoude over gaan. De stoffe dus gedroogt hebbende, dede ik het zelve in 't glaasje, om dan het glaasje door het vuyr te sluyten, en dat met die omsigtigheyt, dat het glas al was kout geworden, uyt gesondert een kleyn dun deeltge van het glas, dat ik op het laast met het houden in de vlam van een kaars toe sloot [45]).

Dus het glas geslooten hebbende, ging ik de stoffe observeren, en zag mede een onbedenkelijk [46]) groot getal van bolletgens, die van de stoffe af gingen, en als een damp ofte rook om de stoffe verwekten, die ook om de stoffe weder te samen stremden [47]), soodanig, dat ik eenige uure daar na, door al de waterige of olyagtige vogt, de afgedrevene bolletgens niet meer konde bekennen, waar op ik door starke beweginge, het stukje zoo genoemde ligt der nature, in het glas verplaatsten, ende als doen observerende, zag ik weder de afdrijvende bolletgens in zoo een menigte als voor desen, die ook na verloop van drie uuren zoo veel vogtige stoffe om het ligt der nature hadden gemaakt, dat my het gesigt van de uyt drijvende bolletgens weder belet wierde [34]).

Ik bragt het glaasje waar in de stoffe beslooten was, by een weynig warmte van de kaars, en zoo aanstonts voor het vergroot glas, en zag als doen, dat niet alleen uyt de stoffe een groote menigte van kleyne bolletgens wierde gedreven, maar ook, dat uyt de vogtige afgedrevene stoffe mede een groote meenigte van bolletgens wierden gedreven, en dat op eenige plaatsen de vogtige stoffe door

---

a) A: stoste

35) Zie voor de inrichting van een 17de-eeuws *Comptoir* Brief 26 [18], van 9 oktober 1676, *Alle de Brieven*, Dl. 2, blz. 78, aant. 38.

36) *benam*, sloot af; C: *omnemque solis lucem exclusi.*

37) *mogen*, kunnen.

38) *als wanneer*, en toen (werd ik gewaar).

39) *dat ik my inbeelde*, hetgeen (nl. het afdrijven), naar ik meen.

40) *vernam*, nam waar, zag.

41) *te samen gestremt*, samengegroeid, uitgekristalliseerd; C: *concrevisse*. Bij verwarming kristalliseert P_2O_5 als een witte vaste stof uit. [Spr. en Boo.]

42) *stelde ... toe*, bracht, maakte in gereedheid.

43) *de helft van de zoo genoemde stoffe* is ongeveer 100 mg P_4 (vgl. aant. 17 van deze brief).

44) *met die insigte*, met de bedoeling.

45) L. gebruikte dus een dichtgesmolten glazen buisje.

46) *onbedenkelijk*, ondenkbaar.

47) *te samen stremden*, zich verdichtten.

After the substance had been standing in the air for about twenty-four hours in my Study [16]), I examined it again, but I could not see any substance drifting away, then I lit a candle and shut out the daylight, in order that I might thus see even more clearly, and then I perceived the drifting globules, which I believe was largely caused by the heat of the candle, for I noticed that the moisture had evaporated from some substance that had run, and that some Salt particles had coagulated to irregular little figures [17]).

Observations on solid phosphorus in a sealed space.

Furthermore I prepared a little glass tube in which there had never been any moisture, and I took half of the so-called substance [18]), light of nature, out of the water, and I turned it round and round over scribbling-paper, in order that all the water that should adhere to the substance might be absorbed by the paper. Having thus dried the substance, I put it in the glass, and then sealed the glass by means of fire, and this with such precaution that the glass had already become cold, except for a small thin part of the glass, which I finally sealed by holding it in the flame of a candle [19]).

Having thus sealed the glass, I began to observe the substance, and I again saw an inconceivably large number of globules that emerged from the substance, and as it were created a vapour or smoke around the substance, and which also coagulated again around the substance, in such a way that, a few hours afterwards, through all the aqueous or oily moisture, I could no longer perceive the globules that had drifted away. I then shifted the little piece of the so-called light of nature in the glass by shaking it, and upon observing it then, I again saw the globules drifting away in as great numbers as before this, which globules also, after a lapse of three hours, had produced so much moist substance around the light of nature that I was again prevented from seeing the drifting globules [15]).

I brought the glass in which the substance was enclosed near some slight heat from the candle, and then at once before the magnifying glass, and I then saw not only that a great many little globules were expelled from the substance, but also that from the driven-off moist substance, too, a great many globules were expelled, and that in some places the moist substance, owing to the heat,

---

[16]) For the furnishing of a seventeenth-century *Comptoir* (office, study) see Letter 26 [18], of 9 October 1676, *Collected Letters*, Vol. 2, p. 78, note 38.

[17]) Upon being heated, P_2O_5 crystallizes in the form of a white solid substance. [Spr. and Boo.]

[18]) *half of the so-called substance* is about 100 mg of P_4 (see note 8 to this letter).

[19]) L. therefore used a sealed glass tube.

de warmte in stijve lighaamtgens, die om haar kleynte geen figuur te geven zyn [48]), waren verandert, verbeeldende in 't bloote oog een witte materie [41]).

Ik bragt het glaasje nog eens by de kaars en by wat meerder warmte, met die gedagte, dat wanneer ik in een besloote glas, de vogtige stoffe door het vuyr, van de eene plaats quam te verdrijven, dat ik op een andere plaats in 't glas, de vogtige stoffe weder by een zoude vinde; maar dit miste my [49]), want alle de vogt, was in stijve lighaamtgens verandert, en schoon ik des anderen daags, en eenige volgende dagen, de stoffe in het glas beschoude, zoo en konde ik geen vogtigheyt in 't glas gewaar werden.

Het andere gedeelte van de stoffe [50]), die ik nog overig hadde, sloot ik mede in een glaasje, welkers holte [51]) niet grooter was als een kinder vingerhoet, daar [52]) het eerste wel drie maal grooter was [53]). En ik observeerde het zelvige door het vergroot glas, en stelde het stukje wat schuyns voor het gesigt, en zag doen, met verwondering, dat de afgestootene bolletgens die in 't bloote oog de rook verbeelde, niet om hoog of van alle kanten op waarts wierde gedreven, gelyk wy door gaans [54]) in rook komen te sien, maar de weg stootende bolletgens wierden nederwaarts gedreven [34]).

fig. LXXIII. Als by voorbeelt, laten wy stellen dat fig: 1. ABCD. een stukje stoffe is, dat men de naam van ligt der nature heeft gegeven, en dat A. onder, ende C. (van my [55])) boven gehouden werd. En dit zoo zijnde, werden de uyt gedrevene bolletgens tusschen ED. ende G: na onderen, als na H. gevoert, ende de uytgedrevene bolletgens EDF. [56]) insgelyk na H. gedreven wierd, ende zoo ik B. onder stelde, zoo wierd alle de uytgedrevene stoffe na K. gevoert. En zoo mede, zoo ik D. na onderen bragt, zoo wierd alle de stoffe na I. gevoert [57]). Dog dese uytdrijvinge duyrde maar 2 â 3. dagen, en alzoo ik geen verandering hoe meenige observatien ik in 2 â 3. weeken te weeg bragt, daar aan konde bespeuren, zoo leyde ik de glaasje [58]) aan een zijde.

Dese verhaalde stoffe is my toe gesonden den 15. April 1693. ende half Augustus. des zelvigen jaars, heb ik weder het eerst geseyde glaasje in de hand genoomen, ende met verwondering gesien, dat in het glaasje alle de stoffe in mijn oog weg scheen te wesen, waar over ik in 't eerst in gedagten nam, of ik het regte glaasje wel hadde, maar siende de meenigte heldere vogtige stoffe die

---

[48]) *geen figuur te geven zyn*, waarvan de vorm niet te onderkennen is.

[49]) *dit miste my*, hierin had ik mij bedrogen; C: *in hac opinione deceptus fui.*

[50]) Ongeveer 100 mg P_4 (vgl. de aant. 17 en 43 van deze brief).

[51]) *holte*, doorsnede, diameter.

[52]) *daar*, terwijl.

[53]) L. gebruikte hier een dichtgesmolten glazen buisje met een kleinere inhoud dan het vorige buisje (zie aant. 45). Het kleinere buisje beschrijft hij uitvoerig op blz. 370.

[54]) *door gaans*, altijd.

[55]) *van my*, door mij.

[56]) Dit moet een verschrijving zijn voor „EBF.".

[57]) L. demonstreert hier duidelijk, hoe de deeltjes van P_2O_5 bij verschillende standen van het stukje fosfor de richting van de zwaartekracht volgen (zie ook aant. 34 op blz. 364). Bij een stukje fosfor dat op een horizontaal objectglas ligt, stromen de bolletjes naar twee of meer punten, zoals L. dit beschreef op blz. 362-364 (zie aant. 25).

[58]) C heeft hier *vitra.* Waarschijnlijk moeten we inderdaad *glaasjes* lezen (en niet *het glaasje*), hoewel L. in de laatste twee alinea's alleen over het tweede glaasje heeft gesproken. In de volgende twee alinea's komen echter beide glaasjes weer ter sprake.

had changed into tiny rigid bodies, the shape of which because of their smallness cannot be discerned, appearing to the naked eye as a whitish matter [17]).

I again brought the glass near the candle, and near to some more heat, thinking that, if I drove the moist substance in a sealed glass away from one place, through the fire, I should find the moist substance together again in another place in the glass; but in this I was mistaken, for all the moisture had changed into stiff little bodies, and though I examined the substance in the glass the next day, and a few days after, I could not perceive any moisture in the glass.

The other part of the substance [20]), which still remained to me, I also enclosed in a little glass tube, whose diameter was no greater than that of a child's thimble, while the first one was quite three times greater [21]). And I observed it through the magnifying glass, and placed the little piece somewhat obliquely before my eyes, and then saw to my surprise that the expelled globules which resembled smoke to the naked eye were not driven up, or on all sides upwards, as we always see with smoke, but the expelled globules were thrust downwards [15]).

For example, let us suppose that fig. 1, ABCD, is a piece of the substance which has been given the name of light of nature, and that A is held (by me) below, and C above. And this being so, the expelled globules between ED and G are carried downwards, to H and the expelled globules EDF [22]) were also driven to H, and if I placed B below, all the expelled substance was carried to K. And again, if I brought D below, the whole of the substance was carried to I [23]). But this expulsion lasted only 2 or 3 days, and since I could not perceive any change, however many observations I made in 2 or 3 weeks, I laid the glass [24]) to one side. *fig. LXXIII.*

This aforesaid substance was sent to me on the 15th April 1693, and in the middle of August of the same year I again took the first-mentioned glass into my hand, and I saw to my surprise that all the substance in the glass seemed to my eye to have vanished, whereupon I first considered whether I had taken the right glass, but on seeing the large amount of clear moist substance

---

[20]) About 100 mg of P_4 (see notes 8 and 18 to this letter).

[21]) Here L. used a sealed glass tube with a smaller capacity than the preceding tube (see note 19). The smaller tube is described in detail by him on p. 371.

[22]) This must be a slip of the pen for „EBF".

[23]) Here L. demonstrates clearly how in different positions of the piece of phosphorus the particles of P_2O_5 follow the direction of gravity (see also note 15 on p. 365). When a piece of phosphorus lies on a horizontal object glass, the globules drift towards two or more points, as described by L. on pp. 363-365 (see note 11).

[24]) C here has *vitra*. Probably we have to read indeed *glasses* (not *the glass*), although in the two preceding paragraphs L. referred only to the second glass. In the next two paragraphs, however, both glasses are mentioned again.

in het glaasje was, zoo stelde ik my weder gerust, en nog meer als ik het glaasje met de vogtige stoffe, die een weynig tegen het glas aan zat, by eenige hitte was brengende, aanstonts de vogtige stoffe weder in een witte materie veranderde [59]).

Hier op nam ik het tweede en kleynste glaasje, dat nog toegeslooten was, en waar in ik geen verandering (zoo veel het my toe scheen) aan de stoffe het ligt der nature genoemt, konde gewaar werden.

Proef met vast fosfor in een afgesloten ruimte.

Omme Hare Hoogh Ed: een beter bevattinge van mijn doen te geven, heb ik goet gedagt aan te wijsen, hoe ik mijn tweede glaasje, dat van een ander maaksel, als het eerste was, hebbe toe gestelt [42]).

fig. LXXIV. *fig. LXXV.*

Ik hebbe genomen een glase Tuba ontrent van de lengte en dikte als fig: 2. AB. hier aan heb ik door een kopere blaaspijp, die by de Gout, en silver smeden in gebruyk is, en waar mede zy kleyn werk souderen, door de vlam van een gemeene kaars daar aan geblasen een ronde bol als fig: 3. FDE.

fig. LXXVI.

Na dat de glase bol, ende het glas kout geworden was, heb ik in de holligheyt aan C. laten invallen, een stukje stoffe dat men ligt der nature noemt, dat [60]) dan quam te plaatsen aan E. als wanneer [15]) ik aanstonts de glase bol tusschen mijn vingers vatte, om dat [61]) als ik de Tuba weder by het vuur bragt, des te minder hitte aan de bol zoude komen. Als wanneer [62]) ik door een straal vuurs, zoo een hitte aan de Tuba bragt ontrent G. dat ik oordeelde het glas zoo heet te wesen, dat ik het glas aldaar zoo konde uytrekken, dat het de figuur: 4. van HIKL. bequam.

fig. LXXVII.

Dit zoo verrigt hebbende, brak ik het glas aan de dunte H. ontstukken, hebbende doen de fig: 5. van MNOP. dit laatste glaasje weder kout geworden sijnde, bragt ik de opening M. aan de vlam van een straal vuurs, waar door aanstonts het glas aldaar quam te smelten, en dus toegeslooten wierde [63]). Dit glaasje nu als hier vooren verhaalt zoo lang toegeslooten gelegen hebbende, brak ik een kleyn stukje van het glas aan M. af en kreeg daar door een opening van een kleyne spelt dikte, als wanneer [64]) uyt dezelve opening de lugt met zoo een gewelt wierd uytgestooten, dat het een weynig geruys veroorsaakte [65]).

---

[59]) Uit deze waarnemingen volgt, dat het dichtgesmolten grote buisje voldoende zuurstof bevatte om het stukje fosfor geheel te oxyderen.

[60]) *dat*, dat zich.

[61]) *om dat*, opdat.

[62]) *Als wanneer ik ... bragt*, daarop bracht ik.

fig. LXXVII.

[63]) Het dichtgesmolten kleine buisje, dat L. in *fig: 5* op ware grootte heeft afgebeeld, heeft een inhoud van slechts 5 cm^3.

[64]) *als wanneer ... wierd*, en toen werd.

[65]) Het geruis werd niet veroorzaakt door het uitstoten van lucht, zoals L. schrijft, maar door het binnenstromen van lucht in het buisje. Chemisch kan dit verschijnsel als volgt verklaard worden. L. gebruikte ongeveer 100 mg P_4 (zie de aant. 17, 43 en 50 van deze brief), dat door ongeveer 100 cm^3 zuurstof geoxydeerd kan worden. Het kleine buisje had echter een inhoud van 5 cm^3 (zie aant. 63 van deze brief), dus de zuurstof, aanwezig in het gesloten buisje, kon slechts 5% van het stukje fosfor oxyderen. Deze zuurstof werd door het fosfor vastgelegd in de vorm van P_2O_5, dat hydrateerde tot HPO_3 (zie aant. 34 van deze brief). Hierdoor ontstond er onderdruk in het gesloten buisje. Toen L. het opende, herstelde zich de luchtdruk; dit nam hij waar als *een weynig geruys*.

Ook Boyle beschreef het ruisen van de lucht in *The Aerial Noctiluca, Observation* III, toen hij een flesje met een suspensie van fosfor opende. In tegenstelling tot L. nam hij terecht aan, dat de lucht het flesje binnenstroomde (*The Works ...*, Dl. 4, blz. 31).

that was in the glass, I was reassured again, and even more so when I brought the glass with the moist substance, which adhered a little to the glass, near some heat, and the moist substance immediately changed again into a white substance [25]).

I thereupon took the second and smaller glass, which was still sealed, and in which (so far as it seemed to me) I could not perceive any change in the substance called the light of nature.

Experiment on solid phosphorus in a sealed space.

In order to give Your Honours a better comprehension of my procedure, I have thought fit to indicate how I prepared my second glass, which was of a different form from the first.

I took a glass Tube about the length and thickness of fig. 2, AB; on to this, by means of a copper blow-pipe, such as is used by Gold and silversmiths and with which they solder small jobs, through the flame of a common candle, I blew a round globe, like fig. 3, FDE. *fig. LXXIV.* *fig. LXXV.*

After the glass globe and the glass had got cold, I dropped into the interior at C a tiny piece of the substance that is called the light of nature, which then placed itself at E; and then I at once grasped the glass globe between my fingers, in order that even less heat should reach the globe when I again brought the Tube near the fire. I thereupon by means of a jet of flame brought such heat to the Tube near G that I considered the glass to be so hot that I could stretch the glass there until it assumed the figure 4 of HIKL. *fig. LXXVI.*

Having thus accomplished this, I broke the glass to pieces at the thin part H, upon which it had the fig. 5 of MNOP. This latter little glass having got cold again, I brought the opening M to the flame of a jet of fire, through which the glass at once started to melt there, and thus was sealed [26]). Now this glass having, as described heretofore, lain sealed for so long, I broke off a tiny piece from the glass at M, and this got an opening of a small pin's thickness, and then the air was forced with such voilence out of the same opening that it *fig. LXXVII.*

---

25) From these observations it follows that the large sealed tube contained sufficient oxygen to oxidize the piece of phosphorus completely.

26) The small sealed tube, which L. has shown full size in *fig. 5*, has a capacity of only about 5 ml. *fig. LXXVII.*

Ik observeerde aanstonts de verhaalde stoffe, en zag als doen, dat de bolletgens van de zelvige in zoo een groote meenigte wierden afgedreven, als of ik de verhaalde stoffe eerst [66]) in 't glas hadde gedaan.

Ik observeerde het op dien dag verscheyde malen, en zag doorgaans [54]) de afdryvende stoffe, haar cours nemen nederwaarts als hier vooren is geseyt.

Des anderen daags was de stoffe zoo vermindert, dat 'er in 't midden al twee gaatgens gekomen waren, ende de vogtigheyt was zoo toegenomen, dat de stoffe in de vogtigheyt voort dreef.

Des avonts zag ik dat de stoffe wel twee derdendeelen was vermindert. Ik bragt de stoffe buyten het water, en zag dat de afdryvende bolletgens niet minder waren.

Den derden dag des mergens na dat het glaasje geopent was geweest, beschoude ik het weder, en zag doen, dat maar een zeer weynig stoffe was over gebleven, ende dat de afdryvende bolletgens, nog even stark van de stoffe wierde afgedreven.

Des avonts ontrent negen uuren beschoude ik de stoffe weer, doen zag ik dat die zoo vermindert was, dat dezelvige geen grof zand [67]) groot bereykte, ende dat de afdrijvende bolletgens nog continueerden, en gelyk de stoffe nu zeer kleyn was, zoo was de afdryvende bolletgens ook niet veel.

Den vierden dag was daar niet meerder over gebleven, als een kleyn zand [68]) groote, ende nog konde ik sien, dat de afdrijvinge van bolletgens continueerden.

Des avonts was de stoffe zoo weynig, dat die niet noemens waardig was; ende ik konde ook niet sien dat eenige bolletgens daar van afging [69]).

Geduyrende mijne verhaalde observatien ontrent de geseyde stoffe, heb ik mijn gedagten veel maal laten gaan op de oorsaak van de brandinge, die uyt dezelvige ontstaat, dog myn zelven ten genoegen niet konnen voldoen [70]).

---

[66]) *eerst*, pas, zojuist.

[67]) Een *grof zand* heeft een diameter van ± 870 μ.

[68]) Een *kleyn zand* heeft een diameter van ± 260 μ.

[69]) In de voorgaande alinea's op deze bladzijde beschrijft L., hoe het fosfor in het kleine buisje langzaamaan geheel wegoxydeert, nadat de verbinding met de buitenlucht hersteld is.

[70]) *dog ... voldoen*, maar ik heb het niet tot mijn tevredenheid kunnen verklaren.
Voor *de oorsaak van de brandinge*, zie aant. 10 van deze brief.

caused a slight noise [27]). I at once observed the said substance, and then saw that the globules had drifted away from it in such great numbers as if I had only just put the said substance in the glass.

I observed it several times on that day, and always saw the drifting substance take its course downwards as said heretofore.

The next day the substance had diminished so much that two little holes had already appeared in the centre, and the moisture had increased so much that the substance was floating in the moisture.

In the evening I saw that the substance had shrunk by at least two-thirds. I took the substance out of the water, and saw that the drifting globules had not became less plentiful.

On the morning of the third day after the glass had been opened, I looked at it again, and then saw that only very little substance was left, and that the drifting globules were still being expelled off just as strongly from the substance.

At about nine o'clock in the evening I again looked at the substance; I then saw that it had diminished so much that it did not reach the size of a grain of coarse sand [28]), and that the globules still continued to drift off, and just as the amount of the substance was now very small, the drifting globules, too, were not many.

On the fourth day no more was left of it but an amount of the size of a small grain of sand [29]), and I could still see that the globules continued to drift off.

In the evening there was so little substance left that it was not worth mentioning; neither could I see that any globules were drifting away therefrom [30]).

During my aforesaid observations concerning the said substance I let my thoughts dwell many times on the cause of the burning which results from it, but have not been able to explain it to my satisfaction [31]).

---

[27]) The noise was not caused by the expulsion of air, as L. writes, but by the entrance of air into the tube. In chemical terms this phenomenon can be explained as follows. L. used about 100 mg of P_4 (see notes 8, 18, and 20 to this letter), which can be oxidized by about 100 ml of oxygen. The capacity of the small tube, however, was 5 ml (see note 26); so the oxygen present in the sealed tube could oxidize only 5% of the piece of phosphorus. This oxygen was bound by the phosphorus in the form of P_2O_5, which was hydrated to HPO_3 (see note 15). Thus an under-pressure arose in the sealed tube. When L. opened it, the air pressure was restored and he perceived this as *a slight noise*.

BOYLE, too, described the noise of the air in *The Aerial Noctiluca, Observation* III, when he opened a vial with a suspension of phosphorus. In contrast to L., he rightly assumed that the air flowed into the vial (*The Works* ..., Vol. 4, p. 31).

[28]) A *grain of coarse sand* has a diameter of ± 870 μ.

[29]) A *small grain of sand* has a diameter of ± 260 μ.

[30]) In the preceding paragraphs on this page L. describes how the phosphorus in the small tube is gradually oxidized completely after the communication with the air has been restored.

[31]) For *the cause of the burning* see note 3 to this letter.

Conclusie over de betekenis van lucht voor de houdbaarheid van fosfor.

Alleen schijnt het my zekerlyk toe, dat de verhaalde stoffe voor het meerendeel kan bewaart werden buyten het water, als men het voor de lugt kan bewaren, en zoodanig opsluyten als hier vooren is gezeyt [71]).

Dit is Hoogh Edele Heeren, zoo veel ik van het zoo genoemde ligt der Nature weet te zeggen, en goet gedagt hebbe de Heeren Philosofen, mede te deelen met die insigte [44]) of het yemant die mede daar ontrent mogte gearbeyt hebben, eenig ligt mogte geven, en zal afbrekende blyven enz.

A. Leeuwenhoek

---

[71]) Hoewel L. het nergens in deze brief met zoveel woorden zegt, maakte hij blijkbaar uit zijn waarnemingen op, dat voor het afdrijven van de *bolletgens* de aanwezigheid van lucht noodzakelijk was, waaruit hij terecht concludeerde, dat men fosfor buiten water kan bewaren, indien men de hoeveelheid lucht drastisch kan beperken. Vandaar zijn uitvoerige beschrijving van de proeven en zijn nauwkeurige afbeelding van het kleine buisje (zie blz. 370 van deze brief).

Boyle hield zich eveneens bezig met de invloed van lucht op fosfor, waarbij hij meer dan L. aandacht besteedde aan de luminescentie. In *The Aerial Noctiluca* schrijft hij: *I have found a substance, that needs the air, and nothing but the air to kindle it, and that in a moment.* Volgens Boyle was de aanwezigheid van lucht direct verantwoordelijk voor het verschijnsel van de luminescentie. Hij trachtte dit te bewijzen door lucht weg te pompen met zijn luchtpomp. Geheel tegen zijn verwachting in nam hij echter waar, dat de luminescentie sterker werd, naarmate hij meer lucht wegpompte, en omgekeerd, zwakker werd, als hij weer lucht toeliet. Boyle nam toen aan, dat zijn luchtpomp niet goed werkte (*The Works* ..., Dl. 4, blz. 33). Hij kon niet weten, dat het verschijnsel van de luminescentie niet alleen van de zuurstofspanning maar ook van de waterdampspanning afhankelijk is. In elk geval slaagde L. erin met een veel eenvoudiger experiment de betekenis van de lucht voor fosfor aan te tonen.

Het is overigens niet duidelijk, of L. Boyle's publicaties kende; in elk geval vergelijkt hij nergens in deze brief zijn waarnemingen met die van Boyle, hoewel zij voor een belangrijk deel parallel lopen (zie de aant. 4 en 65 van deze brief). We moeten echter welhaast aannemen, dat hij Boyle's nagelaten beschrijving van de bereiding van fosfor gekend moet hebben, want deze is gepubliceerd in de *Philosophical Transactions,* Dl. XVII, januari 1693 (vgl. Brief 128, van 8 december 1693, gepubliceerd in dit deel, blz. 266).

Twee opmerkingen moeten nog worden toegevoegd:

Ten eerste, dat de Royal Society door de werken van Boyle en L. uiteindelijk in het bezit kwam van uitvoerige inlichtingen over fosfor, ondanks de geheimzinnigheid waarmede Kraft deze stof en zijn bereidingswijze had omgeven, en ondanks het ontbreken van samenwerking tussen de geleerden die zich met de eigenschappen van fosfor bezig hielden (vgl. ook aant. 19 van deze brief). Helaas geven de *Journal Books* van de Royal Society geen nadere informaties over de verwerking van deze inlichtingen.

Ten tweede, dat in de gangbare werken over de geschiedenis van de chemie en van de luminescentie zoals J. R. Partington 1961: *A History of Chemistry*, Dl. 2, en E. N. Harvey 1957: *A History of Luminescence,* L. niet in verband wordt gebracht met de 17de-eeuwse experimenten over fosfor. Op grond van L.'s resultaten lijkt een plaats daarbij alleszins gerechtvaardigd.

It only appears certain to me that most of the said substance can be kept outside the water, if one can keep it away from the air, and enclose it in the way mentioned heretofore [32]).

Conclusion on the importance of air for keeping phosphorus.

This, Very Noble Sirs, is as much as I can say about the said light of Nature, and thought fit to communicate to the Gentlemen Philosophers, in order that it might shed some light on the matter for someone who was perhaps also studying it; and breaking off here, I will remain, etc..

A. LEEUWENHOEK

---

[32]) Although L. does not say so anywhere in this letter in so many words, he apparently inferred from his observations that for the drifting of the globules the presence of air was required, from which he rightly concluded that phosphorus can be kept outside water if the amount of air present can be limited drastically. Hence his detailed description of the experiments and his accurate illustration of the small tube (see p. 371 of this letter).

BOYLE likewise studied the influence of air on phosphorus; he devoted more attention to the luminescence than did L. In *The Aerial Noctiluca* he writes: *I have found a substance, that needs the air, and nothing but the air to kindle it, and that in a moment.* According to BOYLE the presence of air was directly responsible for the phenomenon of the luminescence. He tried to prove this by pumping away air with his air-pump. Quite contrary to his expectation, however, he observed that the luminescence increased as he pumped away more air, and conversely decreased if he admitted air again. BOYLE then assumed that his air-pump was not operating properly (*The Works* ..., Vol. 4, p. 33). He could not know that the phenomenon of luminescence is dependent not only on the oxygen pressure but also on the water vapour pressure. In any case L. succeeded in demonstrating the importance of air for phosphorus with a much simpler experiment.

For the rest it is not clear whether L. knew of BOYLE's publications; in any case he does not compare his own observations with those of BOYLE anywhere in this letter, although they run largely parallel (see notes 1 and 27 to this letter). However, we are almost bound to assume that he was acquainted with BOYLE's posthumous description of the preparation of phosphorus, for this was published in *Philosophical Transactions*, Vol. XVII, January 1693 (comp. Letter 128, of 8 December 1693, p. 267 in this volume). Two more remarks can be added:

Firstly, that through the works of BOYLE and L. the Royal Society ultimately obtained detailed information on phosphorus, in spite of the shroud of mystery in which KRAFT had wrapped this substance and its preparation, and in spite of the lack of cooperation between the scientists who were studying the properties of phosphorus (comp. also note 9 to this letter). Unfortunately the *Journal Books* of the Royal Society do not supply any further details on the elaboration of this information.

Secondly, that current works on the history of chemistry and of luminescence, such as J. R. PARRINGTON 1961: *A History of Chemistry*, Vol. 2, and E. N. HARVEY 1957: *A History of Luminescence*, do not mention L. in connection with the seventeenth-century experiments on phosphorus. Considering L.'s results, such a mention would seem to be quite justified.

SYNTACTIC PHENOMENA IN THE LANGUAGE OF ANTONI VAN LEEUWENHOEK

Summary [1]

1. In the period from 1930 to 1950 four Dutch linguists have written about the language of Van Leeuwenhoek. Three of them, among them C. G. N. de Vooys, professor at Utrecht, directed their attention primarily at lexicological and dialectological features; G. S. Overdiep, professor at Groningen, also paid attention to syntax. In the conclusions two views were sharply opposed. Overdiep thought that Leeuwenhoek's sentence structure is „defective" and results „from an apparently misunderstood ‚Dutch official style'". The opinion of De Vooys is reflected in the statement of Miss Mendels, the linguistic annotator of the first four volumes of the Collected Letters, *viz.* that Leeuwenhoek „in his letters uses practically artless spoken language, covered with a thin veneer of written language". This antithesis need not be irreconcilable, because each opinion is based on the study of an isolated aspect of Leeuwenhoek's language. Moreover syntax has received less attention than the use of words. However, in a Dutch investigation into syntactic phenomena occurring in extempore speech it is stated that the difference between spoken and written language consists in the syntax rather than anything else. In a formula that may be a little too extreme it can be said that in wellconsidered written language complicated sentence constructions are combined with careful use of words, while in spoken language simple constructions are combined with a good choice of words or slightly more complicated constructions with a less careful choice of words.

2. Now for Leeuwenhoek's language long and complicated sentence constructions are characteristic; short sentences are in a minority.

The simplest connection of clauses is coordination without a conjunction, as in the following:

> ... waar in ik kome te handelen, van de angel van de Mugge, *namelijk dat* de selve angel ... in vier distincte angels bestaat (... in which I will deal with the sting of the Gnat, *namely that* the said sting ... consists of four different stings). *Dat* ik de Linde Boomen hebbe geplant ... (*That* I planted the Lime-trees ...). *Dat* in yder welgemaakt Garst of Tarw al een Koorn-air geformeert is (*That* in each perfect grain of Barley or Wheat an ear of Corn is already formed.).

Still, this connection is not customary in spoken language; it originates rather from official style. The example given shows in particular that Leeuwenhoek

[1] The division into sections corresponds to that in the Dutch article, except in Section 5, which is divided into only 2 sub-sections in the summary. The italics in the quotations are those of the author of the article.

had found his model in the language of decrees and legal decisions. We are approaching the spoken language more closely when the coordination is brought about by means of the conjunctions *en* (and) or *maar* (but).

Relative connections of clauses also occur fairly frequently in spoken language, but the connection by means of *welke* (which) + a noun, as in

> *welke drukkinge* ik zoo verre vervolg, tot dat de glase Tuba aan Q. komt te breken, in *welke brekinge* wij gewaar werden ... enz. (*which pressure* I continue until the glass Tube breaks at Q, in *which breaking* we perceive ... etc.)

has a more complicated structure and belongs rather to written language. This connection, too, has been found in seventeenth-century official language.

3. Leeuwenhoek evinces a certain preference for syntactic groups having a present participle for its nucleus. This is an indication that he conformed to the learned and solemn style of his time, which was influenced by Latin. Since he himself did not know Latin, he will also have become acquainted with the participial constructions largely in official or learned Dutch. In employing these constructions, however, he makes mistakes, as in the following sentence, in which participles replace the finite forms of the verb:

> Daar nu het Manneke en Wijfke *versamelt sijnde*, het Wijfke Eyeren *leggende*, uyt de Eyeren Wormkens *voortkomende*, die groter werdende de gedaante van de Kik-vors aannemen, ... enz. (Now since the Male and Female *copulating*, the Female *laying* Eggs, from the Eggs Worms *coming forth* which, when growing larger, assume the form of the Frog, ... etc.).

We find in Leeuwenhoek all the customary types of participial constructions:

1. the present participle linked with the verb to be as an expression of the durative aspect. This corresponds to the English progressive form, *e.g. luyden die den Haring waren vangende* (people who were catching Herring).

2. participial constructions in which the (implied) subject of the participle is identical with the subject of the main clause, *e.g. T'huys komende, examineerde ik mijn mede gebragte soorten* (*Coming home, I examined the species I had brought.*). The meaning of these constructions is generally temporal or causal.

3. participial constructions without congruence of subjects (so-called dangling free-adjuncts). The (implied) subject of the participle may be the object of the predicate in the main clause or may be represented in some other way, *e.g.* in a possessive pronoun. The subject may also be lacking altogether, as in *dit uytgestorte water wegende, was elf onsen swaer* (this poured-out water was eleven ounces in weight).

In the present state of our knowledge of seventeenth-century Dutch it is impossible to tell whether this type was or was not considered correct in the seventeenth century.

4. The so-called absolute construction, the Dutch form of the Latin *ablativus absolutus. E.g.*:

> *Dese dierkens doot leggende, en van een gesepareert zijnde*, sag ik met verwondering de lange en seer dunne staarten (*These animalcules being dead, and being*

separated from each other, I saw to my astonishment the long and very thin tails).

It is a construction which frequently occurs in seventeenth-century Dutch, also in literary prose, but which is no longer productive in modern Dutch.

5. The latter, on the other hand, is the case indeed with the fifth type, *viz.* the attributive participle group, *e.g.*:

heb ik ... de Klander, *in 't glas beslooten zijnde*, ge observeert (I observed the Calander, *being enclosed in the glass tube).*

This construction again is characteristic of written language.

4. Another construction borrowed from solemn written language is that consisting of an object followed by *te* (to) + infinitive, the construction which corresponds to and may be derived from the Latin *accusativus cum infinitivo. E.g.*:

ik bevond, *de vogt swaar te wezen* een sestiende deel van een once (I found *the moisture to weigh* one sixteenth of an ounce); verscheyde Genees-heeren en Heelmeesters seggen, *veele ziektens veroorzaakt te werden* door ... (several Physicians and Surgeons assert *many diseases to be caused* by ...).

This construction is often found with the verbs *bevinden* (to find), *zeggen* (to say, to state, to assert), *oordelen* (to judge, to think), *zich inbeelden, zich imagineren* (to imagine). By the side of this construction, however, we also find with these verbs, and even much more frequently, the ordinary construction with a *that* clause. A mixed form of the two constructions also occurs.

5.1. Leeuwenhoek wrote his letters to describe and explain things and to teach. This has left its mark on his style. The reflection of description is found in many relative clauses; of explanation in the numerous conditional and causal clauses; of teaching in the frequent use of deictic demonstrative pronouns, by means of which he refers to an argument which he develops immediately afterwards. *E.g.*:

Ik antwoorde dat die Wormkens op *dese* manier in de Kaas konden komen. De Wormkens komen seyde ik ... (I replied that those little Worms could get into the Cheese in *this* way. I said that the little Worms get ...).

The frequent occurrence of prolepsis also results from this. In this context the proleptic group may become practically dissociated from the syntactic construction, as in:

dese angels wanneermen die uijt de bije neemt, soo breecken veeltijts haar senutgens (*these stings*, when they are removed from the bees, their little sinews often break).

5.2. Leeuwenhoek's language naturally also shows features which are characteristic of seventeenth-century Dutch in general. We would mention the following:

1. the use of the plural form of the verb with a subject in the singular or vice versa. *E.g.*:

want gelyk geen vuyle *dampen* (plur.), ... onze huyt schade *toe brengt* (sing.) (for just as no foul *vapours does* damage to our skin).

Lack of congruence of (grammatical) number is also found in the following form:

Degeene (sing.) nu, die de Worm Wolf genaamt, van *haar* (plur.) Koorensolders wil weren, ... (*He* who wishes to keep the Worm called Wolf from *their* corn-lofts ...).

2. the use of a redundant negative in the sentence:

om dat het dierken ... *onmogelijk* al de voetsame stoffe ... niet kan ontfangen (because the animalcule ... cannot *impossibly* receive all the nutrient matter ...).

The two negatives do not cancel each other out.

6. A typical feature of Leeuwenhoek's style consists in the long and sometimes very long sentences. As a rule he incorporates a single idea or a single unit of observation in a single syntactic unit. In consequence of this we find in his letters sentences of more than 100 words, in one case even of 300 words.

Among these long sentences there are a great many whose construction is perfectly correct, a circumstance which has been ignored too much in the past, but in Leeuwenhoek's work we also come across numerous longer and shorter anacolutha, *i.e.* sentences, usually compound sentences, in which the writer failed to follow up an opening passage in accordance with the rules of syntax. Most of Leeuwenhoek's anacolutha arose from his need to say things quite clearly and to mention every relevant detail. In such cases he lost sight of the beginning of the sentence.

In Leeuwenhoek's anacolutha we can distinguish five types, which are merely enumerated here. For the examples, reference must be made to Section 6 of the Dutch text of this article.

1. The smallest deviation from the normal construction is found in sentences in which there has only occurred some confusion in the word order. In Dutch main clauses the order of subject and predicate differs from that in subordinate clauses. In Leeuwenhoek we repeatedly find the order of a main clause instead of the expected order of a subordinate clause, and vice versa.

2. Anacolutha of the second type are due to contamination of two synonymous formulations.

3. The third type is characterized by the sentence being abruptly broken off after it has begun and being started anew in a way that does not fit in with the preceding part of the sentence.

4. The fourth type is the result of the fact that Leeuwenhoek allows a sentence-initial subclause or adjunct to become a large complex by addition of subordinate clauses and then treats this complex as a self-contained syntactic unit.

5. The most frequent type, finally, is formed by shorter or longer complexes of subordinate clauses without a main clause.

7. In an analysis of Leeuwenhoek's sentence structure the punctuation must not be neglected, since he repeatedly ends a sentence with a full stop, whilst the next sentence forms an obvious continuation of it. It appears that Leeuwenhoek follows the system of four symbols (full stop, comma, semi-colon, and colon) which began to be universally adopted in the seventeenth century, but he did not do so very consistently. Undoubtedly he was not aware that he might make the structure of his sentences more intelligible for the reader by means of punctuation.

8. Inquiry into this matter leads to the conclusion that Leeuwenhoek's language no doubt exhibits some phenomena which indicate that he based himself on the spoken language. On the other hand, however, he evidently aimed at a more complex structure such as is characteristic of the written language. As his model he chose the official language of his time, and this has had the result of curbing spontaneous and graphic qualities that must have characterized his speech with the shackles of the solemn written language.

It is hard to give an answer to the question as to whether we must call Leeuwenhoek's language „defective", as did Overdiep, because we have too little information on the seventeenth-century syntactic norms. A good deal of comparative syntactic research will still be required before we can decide this question.

November 1973.

B. C. Damsteegt.

SYNTAKTISCHE VERSCHIJNSELEN IN DE TAAL VAN ANTONI VAN LEEUWENHOEK [1])

Aan dr. A. Schierbeek

1.1. De wetenschappelijke brieven die Antoni van Leeuwenhoek [2]) tussen 1673 en 1722 aan de Royal Society in Londen en aan tal van geleerden en aanzienlijken in en buiten ons land heeft geschreven, worden uiteraard meer gelezen door biologen die zich met de geschiedenis van hun vak bezig houden, dan door filologen. Wel heeft De Vooys reeds in 1913 een vergelijkend onderzoek bepleit van de taal van 17e-eeuwers die op verschillende terreinen van wetenschap werkzaam waren. Zelf vergeleek hij in zijn artikel het taalgebruik van Van Leeuwenhoek met dat van Swammerdam: „In de eenvoudige zinsbouw van VAN LEEUWENHOEK, de hartstochtelike dilettant, klinkt overal de taal van de uitlegger door, die zich van het gesproken woord bedient om zijn ervaringen mede te delen; SWAMMERDAM is de geleerde die een boek schrijft met ingewikkelder zinnen en geleerde woorden" [3]).

Twintig jaar later kwam prof. Van Rijnberk in verzet tegen een uitlating van de Franse bakterioloog, prof. R. Debré. Deze had in zijn intreerede met veel waardering over L. gesproken, maar daarbij beweerd, dat deze zijn onderzoekingen had beschreven „dans un mauvais hollandais, car il ne savait aucun autre langue". Van Rijnberk citeerde deze uitspraak en vervolgde: „Afgezien van de vreemde logica, dat LEEUWENHOECK slecht Hollandsch zou geschreven hebben, omdat hij geen andere talen kende, moet deze verzekering wel de aandacht

1) Dit artikel is met toestemming van de N.V. Boekhandel en Drukkerij v/h E. J. Brill te Leiden overgenomen uit het *Tijdschrift voor Nederlandse Taal- en Letterkunde,* Dl. LXXXI (1965), blz. 161-194.

2) Er zijn verschillende spellingen van de naam bekend. Zie hiervoor: dr. A. Schierbeek, *Antoni van Leeuwenhoek,* I (Lochem 1950), p. 12. In citaten gebruik ik de spelling van de schrijvers; daarbuiten de door de Leeuwenhoekcommissie gebezigde en de afkorting L.

3) Zie *Wensen en wenken voor een „Geschiedenis van de Nederlandse taal",* NTg 7, p. 124.

trekken van ieder, die belang stelt in het geniale werk van onzen grooten landgenoot" [4]). Het is duidelijk dat Van Rijnberk de woorden van zijn Franse kollega verkeerd had geïnterpreteerd. Debré had alleen maar uitgelegd waarom L. niet in het Latijn of Engels aan de R.S. had geschreven, niet waarom zijn Nederlands slecht was. Die kwalifikatie „mauvais" was Van Rijnberk een doren in het oog. Hij wendde zich tot Overdiep en De Vooys en vroeg hùn oordeel over L.'s taal. Beide beoordelingen liet Van Rijnberk in zijn artikel afdrukken; ze bevatten in zeer kort bestek enige van de thema's die in deze studie ter sprake zullen komen.

Overdieps aandacht ging uiteraard naar de syntaksis. „Wat nu deze betreft", zegt hij, „staat Leeuwenhoeck niet op het peil van den „gestudeerden" Nederlander". Hij wijst op de „eindeloos aaneengedrongen zinsverbanden", waarin L. zich voortdurend verwart; op de anakoloeten, op het vaak onlogische gebruik van verwijzende pronomina, op de infinitief- en participiumkonstrukties. Ten slotte noemt hij L.'s taal „gebrekkig" [5]). Merkwaardigerwijze schenkt De Vooys aan deze syntaktische verschijnselen in het geheel geen aandacht. Wel geeft ook hij toe: „Met Fransch-classieken maatstaf gemeten, zou men inderdaad kunnen spreken van 'mauvais hollandais' ", maar dit oordeel berustte op slechts twee aspekten van L.'s taalgebruik, nl. dat hij zich niet hield aan de „kunstmatige regels" van de 17e-eeuwse grammatici voor de buiging en dat hij „familiaire of dialektvormen" gebruikte. Maar als De Vooys zich de vraag stelt, of L. „er in slaagt, door middel van zijn volkseigen taal zijn gedachten helder uiteen te zetten", komt hij tot het oordeel, dat L. „eenvoudig en pittig zeventiende eeuwsch Nederlandsch" schreef [6]).

Van Rijnberk moest uit deze expertises toch wel konkluderen, dat Debré de plank niet zover misgeslagen had, maar hij zocht de oorzaak

---

4) G. van Rijnberk, *De taal van Leeuwenhoeck,* Ndl. Tds. v. Geneesk. 77 (II), p. 2508 vlg.

5) A.w., p. 2509. — Overdieps belangstelling was inmiddels zozeer gewekt, dat hij in hetzelfde jaar nog een korte analyse van de aanvangszinnen van de brief van 2 jan. 1700 publiceerde (OTt II, 247 vlg.). In de *Stil. Gramm.* (2e dr., 1949, p. 140) vatte hij zijn bevindingen samen.

6) Ibidem.

van L.'s gebrekkige taalgebruik niet in onvermogen. L. had „het kleine kunstje van het schrijven in gedresseerde schrijftaal" wel kunnen leren, of „de hulp van een raadgever op dat gebied... kunnen inroepen", maar hij heeft dat niet gedaan, omdat hij evenals „vele werkers op natuurwetenschappelijk gebied" gebrek aan waardering had „voor de vorm waarin wetenschappelijke mededelingen behoren gekleed te worden" [7]).

In tegenstelling hiermee veronderstelde mej. E. Jongejan in haar recensie van dl. I van *Alle de Brieven* [8]), dat L. wel degelijk aandacht had gehad voor de vorm. Zij verklaart het veelvuldige gebruik van vreemde woorden en de ingewikkelde zinnen uit de omstandigheid „dat de autodidact Van Leeuwenhoek in zijn brieven aan den geleerden secretaris der Royal Society en den zeker niet minder geleerden Huygens krampachtig zijn best heeft gedaan om in statige schrijftaal-zinnen zijn observaties en veronderstellingen zo nauwkeurig mogelijk weer te geven" [9]). In het vervolg van haar artikel besteedt mej. Jongejan vooral aandacht aan woordgebruik en taalvormen.

Hiermee hield ook mej. Mendels zich het meeste bezig. Spelling en dialektvormen besprak zij in *Leeuwenhoek's taal*; op het beeldende taalgebruik had zij reeds eerder gewezen in *Over de stijl van Antoni van Leeuwenhoek* [10]). Bij haar vinden we weer de opvatting dat L. zich niet „bekommert om fraaie of grammaticaal-logische stijl, maar steeds weer nieuwe tussenzinnen invlecht om toch vooral alles heel nauwkeurig te vertellen". Tot een beschrijving van de zinskonstrukties komt zij echter niet; ze volstaat met de vermelding van het voorkomen van anakoloeten en apokoinoekonstrukties en „voortdurende aanhechtingen 'dat' en 'en'" [11]).

7) A.w. p. 2510.

8) Uitgave onder toezicht van de Leeuwenhoekcommissie van de Kon. Akademie van Wetenschappen. Er zijn thans 6 delen verschenen; de druk van dl. 7 is bijna voltooid. De taalkundige verklaringen bij de eerste 4 dln. zijn van mej. Mendels; na haar vertrek naar het buitenland heb ik haar taak overgenomen.

9) *Van Leeuwenhoek's brieven en de Nederlandse schrijftaal in de 17e eeuw*, NTg. 34, p. 302.

10) Achtereenvolgens in NTg. 41, p. 123 vlg. en NTg. 40, p. 27 vlg. Zie in verband met het woordgebruik ook: W. H. van Seters, *Leeuwenhoeks microscopen, praepareer- en observeermethodes* in Ndl. Tds. v. Geneesk. 77 (IV), p. 4586.

11) NTg. 40, p. 27 en 28.

Samenvattend kunnen we dus zeggen, dat er twee inzichten tegenover elkaar staan; de mening van Overdiep, waarbij die van mej. Jongejan nauw aansluit, dat L.'s zinsbouw voortkomt „uit een blijkbaar verkeerd begrepen 'stadhuis-Nederlands'" [12]), en het oordeel van De Vooys, dat doorklinkt bij mej. Mendels, als zij zegt dat L. „in zijn brieven vrijwel ongekunstelde spreektaal (geeft) met een klein schrijftaalvernisje" [13]). Onverzoenlijk behoeft deze tegenstelling niet te zijn, omdat elk van de oordelen berust op de beschouwing van een geïsoleerd aspekt van L.'s taalgebruik. Het woordgebruik heeft tot nu toe meer aandacht gekregen dan de syntaksis. De vraag is echter welk van beide aspekten het meest kenmerkend is, wanneer we schrijftaal van (geschreven) spreektaal willen onderscheiden.

1.2. Over het verschil tussen gesproken en geschreven taal heeft mej. B. J. Uijlings gehandeld in haar dissertatie *Syntactische verschijnselen bij onvoorbereid spreken* [14]). Zij bevond dat in overdacht geschreven teksten het aantal samengestelde zinnen iets minder dan 1/3 van het totale aantal zinnen bedroeg. Dit verschilt niet belangrijk van de verhouding in het gesproken materiaal, waarvan niet meer dan 1/4 uit samengestelde zinnen bestond. In een deel van het gesproken materiaal was de verhouding zelfs gelijk, nl. 1/3. Het gehalte van de samengestelde zinnen in de beide soorten van taalgebruik verschilde echter wel. Van de gesproken bijzinnen was de helft attributief; de overige bijzinnen waren overwegend subjekts- en objektszinnen. Van de bijzinnen in overdacht geschreven teksten bestond ongeveer 2/5 deel uit attributieve zinnen; niet meer dan de helft van de overige waren subj.- en objektszinnen, de rest werd gevormd door adverbiale zinnen. In het gesproken materiaal kwamen slechts eenvoudige zinnen voor: bijzinnen van de 2e graad waren reeds zeldzaam. In het geschreven materiaal daarentegen waren de zinnen „vrij ingewikkeld"; veel bijzinnen van de 2e en 3e graad en een enkele maal van de 4e en 5e graad.

In de geschreven taal vooral openbaarde zich een streven naar „hogere structurering"; in gesproken taal scheen de keuze van het

---

12) Ndl. Tds. v. Geneesk. 77 (II), p. 2508.
13) NTg. 40, p. 28.
14) Zie blz. 68 en 69 van de handelsuitgave *Praat op heterdaad* (Assen 1956)

meest voldoening gevende woord primair te zijn. Als bij het spreken de syntaksis meer aandacht kreeg, ging dat ten koste van de woordkeuze. Deze werd beperkter en het aantal clichés nam toe, terwijl de zinsbouw toch nog gebreken bleef vertonen (65).

Natuurlijk hebben al deze gegevens betrekking op hedendaags taalgebruik, maar de veronderstelling dat een dergelijk experiment, aan het einde van de 17e eeuw verricht, ongeveer dezelfde uitkomsten zou hebben opgeleverd, lijkt niet al te gewaagd. Meer reden tot reserve is gelegen in de aard van de prikkel tot spreken, die de proefpersonen voornamelijk aanzette tot beschrijven en niet tot redeneren of betogen. Dit moét het taalgebruik beïnvloed hebben. Desondanks meen ik dat we de gegevens van mej. Uijlings met enige voorzichtigheid mogen hanteren als maatstaf voor de spreektaalachtigheid van L.'s taal, met te meer recht omdat een belangrijk deel van L.'s brieven eveneens beschrijvend is. In zo scherp mogelijke tegenstelling geformuleerd luidt deze norm dan: in overdacht geschreven taal gekompliceerdere strukturering en verzorgd woordgebruik; in gesproken taal eenvoudige struktuur en goede woordkeuze óf iets ingewikkelder struktuur en vervlakking van de woordkeuze.

We zullen nu dus bezien welke strukturen we in L.'s werk aantreffen [15]).

2.0. *Eenvoudige strukturen*

Bij de beschrijving van de syntaktische eigenaardigheden van L.'s taalgebruik zal ik mij zoveel mogelijk beperken tot datgene wat daarvoor kenmerkend is. Er is geen lange lektuur voor nodig om te zien, dat dit inderdaad de ingewikkelde zinsstrukturen zijn. Natuurlijk zijn er in de brieven korte zinnen te vinden en soms zijn die door hun rechtstreekse formulering ook karakteristiek, zoals:

---

15) De vindplaatsen worden opgegeven uit de verschenen delen van *Alle de Brieven* (zie noot 8), afk. AdB. Voorts naar de uitgaven *Vervolg der Brieven* (Leiden 1704); *Natuurs verborgentheden ontdekt* (het „Tweede vervolg") (Delft 1697); *Derde Vervolg der Brieven* (Delft 1693); *Vierde vervolg der Brieven* (Delft 1694); *Vijfde vervolg der Brieven* (Delft 1696); *Zesde vervolg der Brieven* (Delft 1697); *Zevende vervolg der Brieven* (Delft 1702); *Send-Brieven* (Delft 1718). Deze uitgaven worden afgekort als resp. 1e Verv., 2e Verv., enz.

> Maar wat zullen wy anders zeggen, als dat zoodanige Menschen niet verder zien, als haar neus lang is. (5e Verv., 30).

Ze vormen echter een minderheid. Eigen karakter krijgt de taal van L. juist door de wijze waarop hij van niet zo voor de hand liggende mogelijkheden voor de zinsbouw gebruik maakt. Niettemin kunnen we enkele minder ingewikkelde strukturen niet voorbij gaan.

2.1. De eenvoudigste zinsverbinding — maar daarom nog geen spreektaalverbinding — is de asyndeton. Deze komt betrekkelijk weinig voor en dan nog als deel van een groter komplex. Bv.:

> ... als alleen dat ik heb gesien, hoe men het staal hard, en tempert, en een dril maakt, waar mede men een gat in yser, koper, of silver drilt. Hoe en waarmede een Silver smit sijn silver aan een soldeert. (2e Verv., 323).

Typerend voor deze asyndetische konstruktie is de samentrekking van „dat ik heb gesien", die de zin tot een echte schrijftaalzin maakt. Nog kenmerkender is in dit opzicht de aanhef van de brief van 7 sept. 1688, waarin de herhaling van de konjunktie er weinig twijfel over laat bestaan, dat L. het model voor de zin had gevonden in de ambtelijke taal van besluiten en vonnissen:

> Myn laatste alder-onderdanigsten aan hare Hoog-Edele is geweest den 24. der voorledene Maand, waar in ik kome te handelen, van de angel van de Mugge, namelijk *dat* de selve angel... in vier distincte angels bestaat. *Dat* ik Linde Boomen hebbe geplant... *Dat* in yder welgemaakte Garst of Tarw al een Koorn-air geformeert is. (2e Verv., 261/2).

2.2. De verbinding met nevensch. vgw. brengt ons dichter in de buurt van de gesproken taal. Ze wordt pas vermeldenswaard, als ze door herhaling eenvormig wordt, zoals in de volgende vbb.:

> Dese laatste deelen trachte ik... mede van het glas af te schrappen (*want* de swavel sat seer vast aan het glas) *doch* dese stoffe was seer sacht, met een seer taay vlies, *en* ging seer licht met een groot vlies van het glas af, *en* als ik dit vlies op een suyver glas van een spreyde, *en* ook van een schuerde, soo vertoonde... (2e Verv., 235); Dierhalven heb ik de waterige vocht... in de Lucht laten wegdrogen, *ende* daar na het selvige weder gedaan in een nieuw glas,

> *ende* dat glas in soodanigen heeten vuur gestelt, als daar te vooren, *en* gesien, dat daar op nieuw weder swavel wierd afgedreven, *ende* daar benevens sag ik... (ib.).

De monotonie van de zinsverbinding en de woordherhaling die vooral het eerste citaat kenmerkt, moeten we niet te snel toeschrijven aan onervarenheid van de auteur: L. had al een 700 bladzijden druks geschreven. Mogelijk was hij te zeer gekoncentreerd op de inhoud om veel aandacht te hebben voor zijn stijl; misschien ook vond hij afwisseling in de zinsverbinding onnodig.

2.3. Relatieve verbindingen zijn zeer frekwent; dit kan, gezien het beschrijvende karakter van de tekst, weinig verwondering wekken. Naast eenvoudige verbindingen met het zelfst. relativum en het vnw. bijw. — in het materiaal van mej. Uijlings de meest voorkomende konstrukties [16]) — vinden we de hoger gestruktureerde verbinding met het attributieve *welke,* al dan niet voorafgegaan door een voorzetsel. Eén uit de talloze vbb.:

> welke drukkinge ik zoo verre vervolg, tot dat de glase Tuba aan Q. komt te breken, in welke brekinge wij gewaar werden... (5e Verv., 123).

Dit is een schrijftaalverbinding die Overdiep vooral in ambtelijke taal heeft aangetroffen [17]). L. heeft in zijn funktie van kamerbewaarder van Heren Schepenen van Delft (van 1660 tot ongeveer 1700) ruimschoots de gelegenheid gehad daarmee vertrouwd te raken. De konstruktie zal trouwens ook in de leerboeken voor wiskunde, die hij voor zijn studie voor landmeter en wijnroeier had gelezen, niet zeldzaam zijn geweest.

Afzonderlijke vermelding verdient het veelvuldige gebruik van de konj. *als wanneer,* in het WNT (II, 263) nog vermeld als een „thans zeer gebruikelijke uitdrukking", maar nu, ruim zestig jaar later, zeer ongebruikelijk. Het oudste citaat in het WNT is pas uit Le Francq van Berkhey. Het gebruik van *als wanneer* bij L. bevestigt de opvat-

---

16) *Praat op heterdaad,* 56 vlg. De zinnen met een vnw. bijw. schijnen „moeilijker" te zijn dan die met een gewoon relativum (62).

17) *Zeventiende-eeuwsche syntaxis* (Gron. 1931-'35), 201.

ting van het WNT, dat *als* oorspronkelijk een „bloot expletief" was: *als wanneer* betekent meestal niet meer dan 'op welk ogenblik', of 'en dan', 'en toen'. De funktie van de bijzin is eerder attributief dan adverbiaal. Het tijdstip waarnaar *als wanneer* verwijst, is het ogenblik waarop de in de voorzin genoemde handeling verricht zal zijn. Vbb.:

> dierhalven nam ik voor dese Pokken een weynig te kooken, *als wanneer* die zoo hard waren, dat die niet in een stremden [a.w. = 'waarna'] (4e Verv., 718);
> en goot uyt dat Flesje, een weynig nat in het glas met water, *als wanneer* eenig rook .... van het water afging. (4e Verv., 622);
> Dit zoo volbragt hebbende, steek ik .... het kerntge Bos-kruyt aan, *als wanneer* met het aansteken van het zelvige .... eenige lugt uyt de bol Fig. 2 in het water .... werd gestort (5e Verv., 124).

In het laatste citaat is de bepaling „met het aansteken van het zelvige" overtollig, omdat het antecedent van *als wanneer* de handeling reeds vermeldt.

Overdiep en Weijnen [18]) hebben gewezen op de verklarende funktie van *als*; ook bij L. vinden we verklarend of redengevend gebruik:

> en als ik .... de levende van de doode wilde onderscheyden, soo liet ik maar myn warme adem daar over gaan, *als wanncer* de levende haar beweegden. [a.w. = 'omdat dan'] (1e Verv., 78).

Nauwelijks meer temporeel is de betekenis van het eerste *a.w.* in het volgende citaat; het heeft ongeveer de betekenis van 'in welke situatie'. Het tweede *a.w.* geeft weer het vervolg van de handeling aan: 'en toen':

> Tusschen CD. ende FG. lag het eerste vierde deel van de Nooten-Muscaat, met de doorgesnede deelen na het gezigt toe, *als wanneer* de Myten onder in 't glas .... voor by de Noot passeerde, *als wanneer* ik een tweede .... stuk van de Noot, met het doorgesnede deel na onderen plaatste (5e Verv., 38/9).

3.0. Participiumkonstrukties

L. toont een zekere voorliefde voor syntakt. groepen met een part. pres. als kern. Dit is een aanwijzing, dat hij zich richtte naar de door het Latijn beïnvloede geleerde en deftige stijl van zijn tijd, zoals ook

18) Resp. *Zev. synt.*, 148 en *Zeventiende-eeuwse taal* [2] (Zutphen 1956), 96.

bijv. De Ruijter deed [19]). Van direkte invloed van het Latijn kan uiteraard geen sprake zijn; dat de literaire stijl van de renaissance model gestaan zou hebben, is nauwelijks aan te nemen. Nergens blijkt immers dat L. zich de tijd heeft kunnen gunnen daarvan kennis te nemen. De deelwoordkonstrukties zal hij, evenals de in 2.3. besproken konstrukties, hebben leren kennen in de ambtelijke taal. Niet zó goed leren kennen echter, dat hij ze foutloos kon toepassen; de vlg. „zin", die als het ware met participia overwoekerd is, kan dit illustreren:

> Daar nu het Manneke en Wijfke versamelt *sijnde,* het Wijfke Eyeren *leggende,* uyt de Eyeren Wormkens *voortkomende,* die groter *werdende* de gedaante vande Kik-vors aannemen, als in een van mijne voorgaande brieven breeder is geseyt. (3e Verv., 527).

De bekende typen van part.konstrukties komen alle in L.'s brieven voor: 1. het part. pres. in verbinding met *zijn*; 2. konstr. met subjekt-kongruentie; 3. konstr. zonder subjektskongruentie; 4. absolute konstr.; 5. attributieve groepen.

3.1. Het part. pres. in verbinding met *zijn* dient ter uitdrukking van het duratieve. Bv.:

> een schoone ligt geele couleur, die een weynich na den groene was hellende (2e Verv., 198);
> luyden die den Haring waren vangende (6e Verv., 175);
> Dese Wormen vijf dagen opgeslooten geweest hebbende (7e Verv., 245).

Stoett geeft talrijke voorbeelden uit het mnl. van dit gebruik van het part. pres. (Mnl. synt. [3], 184). We behoeven dus, ook bij andere auteurs, bij het aantreffen van deze konstruktie niet dadelijk te denken aan Latijnse invloed, al kan het gebruik ervan door het renaissance-proza gestimuleerd zijn.

3.2. Part.groepen die in hun „subjekt" kongrueren met het onderwerp van de pers.vorm, hebben veelal temporele of kausale funktie:

> Dit siende nam ik in gedagten ... (AdB III, 302);
> T'huis komende, examineerde ik mijn mede gebragte soorten (1e Verv., 98);

---

19) Zie *De reis van M. A. de Ruyter in 1664-1665,* uitg. P. Verhoog en L. Koelmans (Den Haag 1961). 116.

Hier over mijn selven niet konnende voldoen, heb ik voor genomen om alle mijn vermogen in 't werk te stellen (3e Verv., 509).

Evenals andere schrijvers versterkt L. het kausale verband wel met *als* [20]):

in verhoopinge dat deselvige [nl. „mijne nieuwe ontdeckingen en speculatien"] met een gunstig oog van Hare Majesteit sullen mogen werden verwaardigt, niet *als sulks meriterende*; maar alleen uyt Haar Majesteyts aangeboore Grootdadigheyt (Opdragt 3e Verv.); dat dan de luisen, om de gladdigheit van de huyt, *als haar niet konnende vast houden,* vande hand afvielen. (6e Verv., 211).

Ook kan de part.groep door *wanneer* worden ingeleid:

...konnen wy ons wel inbeelden, dat *wanneer* zoodanige Schepen in andere landen *komende,* aldaar over konnen brengen .... (4e Verv., 696).

Het is echter mogelijk dat dit een verschrijving of een kontaminatie van twee konstr. is. Het is het enige geval dat ik heb genoteerd.

Er zijn part.groepen die grammatikaal duidelijk zijn, maar semantisch niet te interpreteren zonder de vakkundige hulp van een bioloog, en omgekeerd kan, ook wanneer de betekenis duidelijk is, de grammatikale interpretatie moeilijkheden opleveren. Bv.:

zoo hebbe ik tot my laten brengen een been van een Zuyg-lam: 't welk ik van de huyt ontbloot hebbende, de Trekkers van de schinkel scheyde. (Send-Brieven, 455).

Er zijn twee opvattingen denkbaar. Neemt men de groep *van de huyt ontbloot hebbende* afzonderlijk, dan ontbreekt daarin grammatikaal een ld. vw., maar er is geen twijfel dat *'t welk* als zodanig bedoeld is. Dit relativum is dan belangh. vw., met de betekenis 'waarbij' (vgl. 5.2). Waarschijnlijker echter lijkt mij, mede op grond van het ontbreken van een komma achter *ik,* dat we te doen hebben met de groep *'t welk ik — ontbloot hebbende* en dat dus het subjekt van *scheyde* in de part.-groep verdwaald is.

3.3. In de konstr. zonder subjektskongruentie kan het onderwerp dat bij het part. gedacht moet worden, objekt zijn bij de pers.vorm of op andere wijze vertegenwoordigd zijn [21]). Bv.:

---

20) *Zev. synt.,* 361 en *Zev. taal,* 90.

21) Zie Overdiep, *Zev. synt.,* 350.

Van dese gemengde Tras en kalk .... heb ik een stuk genomen, ende .... *kout geworden sijnde,* heb ik *het selvige* .... ontstukken gewreven. (2e Verv., 226);
Maar *werdende* nu *gewaar* het verslinden van de verhaalde kleyne Dierkens, dagt *mij* reden genoeg te zijn, waarom de Veen-Mosselen niet meerder in getal wierden gevonden. (5e Verv., 160).

Ook kan het subjekt geheel ontbreken, zowel in de part.groep als in de zin waarvan deze afhankelijk is:

dit uytgestorte water wegende, was elf onsen swaer (4e Verv., 644);
Dit tegen de Geneesmeester seggende, stond verbaast, seggende wat wegen sijnder, waar door die konnen passeeren. (3e Verv., 450).

In het laatste citaat is blijkens de kontekst *ik* onderwerp bij het eerste *seggende*; onderw. bij *stond* en bij het tweede *seggende* is *de Genees-meester.* Ook in het eerste citaat is *ik* het onderwerp.

In hoeverre een 17-eeuwse lezer of taalbeschouwer zulke konstrukties „fout" genoemd zou hebben, valt niet te zeggen. Voor zover mij bekend is, breken de grammatici er zich het hoofd niet over. Naar ónze maatstaven is L. in elk geval het spoor bijster in:

en dat hy gesien hadde, dat *dien Heer* de stoffe uyt het water *nemende,* en in de hand *leggende,* van alle kanten een damp wasem, of rook van sig stiet (4e Verv., 623).

Grammatikaal, los van de samenhang, lijkt de subjektskongruentie in orde, maar in feite was het niet de heer die wasem van zich stiet, maar de stoffe (nl. fosfor). *Dien Heer* is dus geen onderw. bij *stiet,* maar fungeert alleen als zodanig bij de part., terwijl het objekt van de participia onderw. is van de zin.

Minder verwarrend zijn:

De Cabbeljaauw, Schelvis, enz.: met geen vaaten *versien zijnde* .... en nogtans overvloet van voetsel *konnende* bejagen, gaat zoo veel voetsel tot hare vis deelen over, dat ... (6e Verv., 184);
het selvige maar eenige weynige uuren in een papierke *leggende* [d.i. 'liggende'], sag ik soo sagt te sijn, dat het begon te smelten (3e Verv., 384).

Het verschil van dit type met een absolute konstr. is, dat hier het „subjekt" bij het part. zinsdeel is van de zin waarvan de part.groep afhangt. In het tweede citaat is *hetselvige* lijd. vw. bij *zag*; in het eerste is *De Cabbeljaauw, Schelvis, enz.* belanghebbende vw. bij *gaat over*.

Het blijft echter merkwaardig dat de preferentie van het subjekt [22]) in het 17e-eeuws blijkbaar veel minder sterk werd gevoeld dan in het moderne Nederlands.

3.4. Het meest „Latijnachtigh" is de absolute konstr., die we in de brieven vrij geregeld aantreffen. Daarin onderscheidt L.'s proza zich trouwens niet van dat van verscheidene andere 17e-eeuwse auteurs [23]). Twee vbb.:

> dese ruijme ronde plaets, na het voorste gedeelte, ontrent de helft met bloet vervult sijnde, schiet alsdan het bloet na achteren, ende de lucht na vooren (AdB I, 54);
> Dese dierkens doot leggende, en van een gesepareert zijnde, sag ik met verwondering de lange en seer dunne staarten (1e Verv., 77).

De volgende passage is om meer dan één reden opmerkelijk:

> die veranderen in Vliegen, ende die begeven haar, en houden seer vast aan de Boom, daar onder werd dan gestookt, en vallen door de rook alle neder, ende *gegrepen zijnde*, werden 't hooft ende 't voorste, mitsgaders de vleugels afgedaan (1e Verv., 143).

L. citeert hier een brief van Antoni Heinsius; in hoeverre hij dat woordelijk heeft gedaan, is niet meer na te gaan. Allereerst trekt de samentrekking van *aan de Boom* (na *haar*) de aandacht. Ik neem aan dat die aan Heinsius moet worden toegeschreven, want ze is bepaald niet Leeuwenhoeks. Verder ontbreekt bij *vallen* een subjekt; semantisch is echter voldoende duidelijk, wat het onderw. is en bovendien is het aanwezig in *alle*. Er was dus geen enkel bezwaar tegen, het voor *vallen* te verzwijgen. Ten slotte staat de part.groep *gegrepen zijnde* geheel los in de zin; het „onderwerp" van de groep zou immers moeten zijn

22) Zie C. F. P. Stutterheim, *Voornaamwoordelijke misstappen en misverstanden* (Gron. 1956), 16 vlg.

23) Zie Overdiep, *Zev. synt.*, § 311 vlg.

„dese Vliegen" (= 'vliegende insekten'). Samentrekking van *alle* is semantisch onwaarschijnlijk, omdat niet aan te nemen is dat inderdaad alle kevertjes gegrepen werden, en samentrekking van *die* is onaannemelijk, omdat de afstand te groot is en de zin na het woord *Boom* een andere richting heeft gekregen. Dergelijke losstaande participia heeft Overdiep wel bij Bontekoe aangetroffen [24]).

3.5. De part.groep die onmiddellijk achter het subst. is geplaatst, fungeert veelal als bijv. bep.:

> heb ik .... de Klander, *in 't glas beslooten zijnde,* geobserveert [d.i. 'de in het glas gesloten klander'] (1e Verv., 77);
> Op die tyd .... gingen twee mans persoonen, *trekkende yder een een net voort* .... in zee (5e Verv., 141).

In andere zinnen fungeren deze groepen meer als bijw. bepaling, met temporele of kausale betekenis:

> Zeker hoogh bejaart Man *by my komende,* verhaalt my (4e Verv., 633);
> De persoon *siekelijk zijnde* .... Wierd door den gemelten Doctoor getracteert (4e Verv., 608).

De kausale betekenis kan ook hier worden versterkt met *als*; bv.:

> liet ik voor my, *als zoodanig Zaad noyt gezien hebbende,* wat van dat Zaad koopen (5e Verv., 54).

3.6. Het part. perf. van *hem inbeelden* (= 'menen') komt meermalen attributief voor: *dit ingebeelde hooft,* 'het deel dat ik voor de kop aanzag' (3e Verv., 519), *dit ingebeelde vlies* (3e Verv., 452). Met dezelfde betekenis: *deze verwaande Eyeren* (4e Verv., 669).

Ook van *verbeelden,* 'eruit zien als' (bv.: „zy behielden een ende deselvige figuur, *verbeeldende* een rond trosje druiven" — 5e Verv., 164), kan het verl. deelw. attributief worden gebruikt: *yder verbeeld druyfje* (ib.).

Het Latijnse gebruik van het part. perf. in plaats van een abstrakt substantief vinden we in „Heeren .... die lust hadden, *dese mijne ontdekte voorteelinge* vande Alen, na te volgen" (3e Verv., 524), d.i. 'mijn ontdekking van de voortplanting van de paling na te doen' (vgl. hanc meam anguillarum propagationem repertam sequi).

24) *Zev. synt.,* § 312 B.

4. Infinitiefgroepen en zinsvervlechting

4.1. De konstr. bestaande uit een objekt gevolgd door *te* + infinitief komt in L.'s brieven herhaaldelijk voor, o.a. bij de werkwoorden *bevinden, zeggen, oordelen, zich inbeelen, zich imagineren.* Vbb.:

> ik bevond, de vogt swaar te wezen een sestiende deel van een once. (4e Verv., 643);
> verscheyde Genees-heeren en Heelmeesters seggen, veele ziektens veroorzaakt te werden door .... (6e Verv., 314);
> De overgebleve .... Tarwen..., die stelde ik vast, Taruwen te sijn, die (3e Verv., 421);
> deeltgens die ik oordeelde bolletgens te zyn (4e Verv., 623).

Een enkele keer komt de konstr. in het passief voor, een subjekt + *te* + inf.-konstr. dus:

> het geimagineert verbrand Papier, dat in Courland gesegt is uyt den Hemel gevallen te sijn (1e Verv., 118).

Zeldzaam is ook de konstr. waarin het objekt een bijzin is:

> *Dat het graan .... in Persien bevryd is van de Worm,* oordeel ik alleen te sijn, dat [= doordat] het soo hard is, dat de Wormkens .... de schors niet en konnen doorknagen (3e Verv., 419).

Het is kenmerkend dat de konstr. nooit voorkomt zonder *te,* zoals in het mnl. wel het geval is [25]), en alleen met de inf. *zijn* of *wezen,* en *worden.* De ene uitzondering op dit laatste, die ik heb gevonden, staat 10 regels druks na het eerste, hierboven gegeven citaat en is daarmee bijna gelijkluidend: *ik bevond die swaar te wegen, drie twee-en-dertigste van een onse* (4e Verv., 644). De klankovereenkomst van *wezen* en *wegen* kan het ontstaan van de (onbedoelde?) uitzondering in de hand gewerkt hebben.

In hoeverre deze konstr. als een latinisme moet worden beschouwd, laat ik hier buiten beschouwing. Er kan echter weinig twijfel aan bestaan, dat zij niet behoorde tot L.'s spreektaal, maar dat hij ze heeft overgenomen uit de deftige schrijftaal. De eerste aanwijzing hiervoor is, dat het aantal zinnen waarin de ww. *bevinden* enz. door een gewone *dat*-zin worden gevolgd, veel groter is dan het aantal obj. + *te* + inf.-konstrukties.

25) Stoett, *Mnl. syntaxis* [3], § 202.

Een verschrijving in de brief van 17 okt. 1687 bevestigt dit nog. In het ms. staat: „dat men seyde, *dat* in Courland .... op het veld gevallen *te sijn* .... een stuk verbrand Papier". In de druk (1e Verv., 116) is de kontaminatie van de spreektaalkonstr. *seyde dat* en de schrijftaalkonstr. *seyde te sijn* opgeheven door weglating van het hier gekursiveerde *dat,* zodat er een „acc. cum inf." ontstond.

4.2. Een tweede aanwijzing is het veelvuldig voorkomen van zinnen waarin het onderw. van de bijzin wel wordt gemaakt tot objekt van een van de in 4.1. genoemde ww. in de zin waarvan de bijzin afhankelijk is, maar niet wordt gevolgd door *te* + inf., maar door een *dat*-zin. Deze konstr., door Overdiep zinsversmelting of zinsvervlechting genoemd [26]), staat veel dichter bij de gesproken taal dan die met *te* + inf. Er komen twee typen voor: 1. de bijzin die het subjekt levert, is afhankelijk van de hoofdzin of van een niet-relatieve bijzin; 2. deze bijzin is afhankelijk van een relatieve zin.

A. *zonder relatieve aansluiting*

> ende alle de vaten .... oordeel ick ... dat een der leij vaten sijn (AdB II, 6/8);
> de groote vaten .... die heb ick seer klaer konnen sien, dat uijt globule bestaen (AdB II, 6);
> Dog de meeste oordeelden ik dat aan het glas sittende dood waren (5e Verv., 172);
> hoe dat ik .... een wijngaart-rank omtrent drie voet lang hadde versogt, dat men voor my .... soude in de aarde leggen (2e Verv., 246).

In de eerste drie vbb. fungeert het proleptische objekt in de bijzin als onderw.; in het laatste is het ook in de bijzin ld. vw.

Het voorop plaatsen van het ld. vw. vindt uiteraard zijn oorzaak in het belang dat in de gedachtengang wordt gehecht aan de genoemde zaak; veelal sluit het aan bij een onmiddellijk voorafgaande vermelding daarvan. Ook in het mnl. kwamen proleptische konstr. vaak voor. Stoett (Mnl. synt. [3], 246) geeft door elkaar vbb. van drie typen, waar-

---

26) *Stilistische grammatica* [2] (Zwolle 1949), 144. In *Zev. synt.* maar één geval, dat met de zinnen bij L. overeenkomt (het laatste vb. van § 40). Ook bij Weijnen, *Zev. taal* maar één geval (§ 101).

van zinnen als: „Ende sine tonghe, doet hi weten, dat si es in twe ghespleten" het meest met L.'s konstrukties overeen komen. Het verschil is echter dat de vervanging van het proleptische zinsdeel door een vnw. in de bijzin bij L. niet voorkomt; ik heb die althans niet aangetroffen.

Een wat gekompliceerdere zin is:

> De vier Popkens hier vooren verhaast [lees: verhaalt] .... vernam ik door gaans dat geen de minste vogt van haar uyt wasemde; (5e Verv., 28).

Men zou kunnen veronderstellen, dat de pers.vorm *wasemde* als meervoud moet worden beschouwd, hetgeen bij L. zeker niet onmogelijk is; *dat* zou 'dat ze' zijn en *haar* wederk. vnw. Zo geïnterpreteerd zou deze zin niet afwijken van de eerst gegeven vbb. Evenwel pleegt L. in de veel voorkomende mededelingen over uitwasemend vocht het woord *vogt* als onderwerp te laten fungeren. Zo enige regels lager in dezelfde alinea: „daar wasemde zoo een menigte vogt uyt hare lighamen"; andere vbb. in 5e Verv., 105 en 113. Dit maakt het aannemelijk dat we in de gegeven zin te doen hebben met een van L.'s anakoloeten. *Popkens* is alleen objekt bij *vernam* (vgl. de bespreking van dit type in 5.2.); *geen de minste vogt* is onderw. en *haar* is geen reflexivum maar een terugwijzend pron. pers.

B. *met relatieve aansluiting*

Het nauwe verband van het proleptische zinsdeel met een voorafgaande vermelding van de zaak maakt het begrijpelijk, dat zinsvervlechting vaak samengaat met relatieve aansluiting. Enkele vbb.:

> (Zaadgens) die ik .... vernam, dat yder mede een streng hadde (6e Verv., 282);
> (soodanige) die ik vertrouwe dat wel het meeste geloof sullen meriteren (2e Verv., 289);
> (zaatgens) welke deeltgens de duysenste mensch niet en weet dat het zaaden sijn (6e Verv., 278).

Dit type komt geheel overeen met de door Stoett in het mnl. aangewezen konstr.: „De vader, dien ghi segt, dat uw God es" (a.w., 45).

In deze relatieve konstr. kan het vgw. *dat* achterwege blijven, zodat

er een mengvorm ontstaat van de obj. + inf.-konstr. en de vervlochten zin:

> menbrane, die ik belast heb de Plaat-snyder niet en zoude aanroeren (4e Verv., 685);
> twee zwartagtige Vliegjens, die ik myn zelven inbeelde dus voort gekomen waren (5e Verv., 68).

Ten slotte nog een geval waarin het oorspronkelijke subj./obj. in de *dat*-zin door een ander wordt vervangen:

> (Vloon) die ik kort daar na beschouwende, sag dat twee van de selvige Wijfjens, en het derde een Manneken was (4e Verv., 556).

5. *Kleinere syntaktische onvolkomenheden*

5.1. De meeste syntaktische verschijnselen die in de voorgaande paragrafen zijn besproken, zijn eigen aan geschreven taal. Toch bevat De Vooys' reeds geciteerde opmerking, dat „overal de taal van de uitlegger (doorklinkt), die zich van het gesproken woord bedient om zijn ervaringen mede te deelen", veel waars. De syntaktische weerslag van het b e s c h r i j v e n vinden we in de vele rel. zinnen, van het u i t l e g g e n in de talloze kondit. en kausale verbindingen, van het d o c e r e n o.m. in de vooruitwijzende demonstrativa, waarmee L. herhaaldelijk verwijst naar een argument dat hij in het onmiddellijke vervolg ontwikkelt. Twee vbb.:

> Ik antwoorde dat die Wormkens op *dese* manier in de Kaas konden komen. De Wormkens komen seyde ik .... (3e Verv., 426);
> *Dit* versterkte mijn gevoelen, als ik sag [= 'nl. dat ik zag'], dat dese vliegen .... meer dan tien weeken .... sonder eenig voetsel konden leven. (AdB VI, 58).

Dwingender dan de meeste andere aanw. vnw. vragen de vooruitwijzende steun van de intonatie en soms ook van het gebaar om voldoende duidelijk te verwijzen. In gesproken taal levert dit geen moeite op, zeker niet in de docerende met haar grote intervallen, maar bij het lezen ontstaat dikwijls enige aarzeling. Hier kunnen we inderdaad van eenvoud of liever van argeloosheid in het taalgebruik van L. spreken. Hij mist het wantrouwen waarmee een kritische stilist naar verwijzende pronomina kijkt.

Dit heeft ook ten gevolge, dat het sommige verwijzingen aan de nauwkeurigheid ontbreekt die wij er thans van eisen:

> Ja men komt soo verre, dat men seyt, te weten hoe en waer de Ael en Paling voortgeteelt werd. En *die* is dese. (3e Verv., 514).

Bij het terugwijzende *die* ontbreekt een subst. (*manier, wijze*) waarnaar het verwijst.

> Gelijk mijn doen niet en is, van een ofte twee ontdekkingen veel te zeggen, maar *die* naar mijn vermogen te doorgronden (5e Verv., 153).

Hier verwijst *die* niet naar *ontdekkingen,* maar het doelt op een ongenoemd „de dingen, de wonderen der natuur": L. wil niet op grond van een paar ontdekkingen veel beweren, maar wil de zaken grondig onderzoeken.

> Dat veele deelen die het meel van de Peper uytmaken seer lang en punctig sijn, *dat* is my in geen andere saaden .... te vooren gekomen (3e Verv., 377).

Het dem. *dat* verwijst grammatikaal naar het gehele zinsstuk *Dat-sijn,* maar doelt uiteraard alleen op het „lang en punctig sijn".

5.2. In het algemeen kan de taalgebruiker als hij schrijft meer weerstand bieden aan de neiging de zaak waarover hij het heeft, op de eerste plaats in de zin te noemen, dan wanneer hij spreekt. In 4.2. is al gebleken, dat die weerstand bij L. zwak kan zijn. Daardoor ontstaan ook konstrukties als:

> heb ik gedagt my voor de oogen te stellen, *water kout sijnde* hoe veel plaats het beslaat (3e Verv., 356);
> *dese angels* wanneermen die uijt de bije neemt, soo breecken veeltijts haar senutgens (AdB I, 44).

In het laatste citaat is de proleptische woordgroep vrijwel los geraakt uit het syntaktische verband.

In andere gevallen schijnt het eerste zinsdeel als belanghebbend voorw. te fungeren, maar in voor het moderne gevoel ongewone verbindingen. We kunnen deze konstrukties lezen met invoeging van *bij.* Bv.:

> dat yder van de ongeboore Veen-mosselen in de opgesloote glaasjens .... de visdeelen nog tusschen hare schulpjens was (5e Verv., 159);
> dat de rijpe Nooten op verscheyde plaatsen het alderbuytenste schorsje van de zelvige wel door beten werden (5e Verv., 35).

In deze beide zinnen kongrueert de pers.vorm toch met het eerste zinsdeel en niet met het onderwerp. Dit doet vermoeden, dat L. het eerste zinsdeel toch als onderw. heeft gedacht en dat deze zinnen anakoloeten zijn. In alle andere gevallen die ik heb genoteerd, was het getal van het schijnbare bel. vw. hetzelfde als dat van het onderw., zodat daaruit geen verdere konklusie viel te trekken.

Een soortgelijk geval is wellicht ook:

> De Ape-steen, die gehouden werd van veel krachtiger werkinge te sijn, als den Besoar .... heb ik genomen een stuk dat negen deelen van seker kleyn gewicht swaar woeg (2e Verv., 191),

maar ik wil de mogelijkheid niet uitsluiten, dat we hier te doen hebben met het oude gebruik van *nemen* in de zin van 'ontnemen' (WNT IX, 1836), al zou ik daarvan bij L. geen tweede plaats kunnen aanwijzen.

Als het eerste zinsdeel een bijzin is, kan de prolepsis tot wonderlijke bouwsels aanleiding geven:

> Dat ik nu van seven luisen in de tyd van twaelf uren seventien eyeren hadde bekomen, beelde ik my in dat niet weynig toe geholpen hadde, het voetzel dat ik haar uit myn hand hadde laten zuigen. (6e Verv., 195.)

5.3. Diskongruentie van onderw. en pers.vorm is een verschijnsel dat niet alleen bij L. gekonstateerd kan worden [27]). De gevallen die ik heb genoteerd — zeker niet alle die voorkomen — kunnen ten dele als constr. ad sensum worden beschouwd, zoals in:

> want gelijk geen vuyle *dampen*, ... onze huyt schade *toe brengt*, ... en geen gemeene *deelen* .... door onze huyt na binnen *kan* werden gedreven (5e Verv., 39),

waarin *dampen* als een soort van collectivum gedacht kan zijn. Ten aanzien van *deelen* is dit echter minder waarschijnlijk.

---

27) Zie Weijnen, *Zcv. taal,* § 81 en De Vooys, *Ndl. spraakkunst* [5] § 220.

Diskongruentie van getal vinden we ook in:

> Degeene nu, die de Worm Wolf genaamt, van *haar* kooren-solders *wil* weren, *moet* de solder swavelen, soo ras als *hij* de Motten gewaar werd (hs.; 7 maart 1692).

In de druk (3e Verv., 407/8) is *willen* in overeenstemming gebracht met *haar,* maar *moet* en *hij* (en dus *werd*) zijn enkelvoud gebleven.

Overgang van een aanspreking in de 3e pers. met bijbehorende pers.-vorm naar de pers.vorm van de 2e pers. vinden we in:

> Hier *siet* zyne wel Ed: gestrenge Heer, hoe . . . ., waar van zyne wel Ed: gestrenge Heer een beter bevattinge *kan* hebben, als veele anderen, om dat verscheyde malen my de eer aangedaan *hebt,* van 't mynen huyse den ommeloop van het Bloet te beschouwen, en ook die geene *zyd,* die . . . . (5e Verv., 20).

5.4. Doordat L. allereerst duidelijk wil zijn en tegen herhaling van woorden en zinsdelen niet opziet, zijn samentrekkingen bij hem niet zo frekwent. Wel is hij, zoals de citaten in 2.1 al hebben aangetoond, met de ambtelijke samentrekking van een zinsaanhef vertrouwd. Als vb. van het lang vasthouden van een condit. aanhef vermeld ik de zin in het 3e Verv., 473, die begint met: „Als wy nu aanmerken niet alleen de menigvuldige hairen...". Deze eerste bijzin van 10 regels druks wordt afgesloten met een punt, maar L. gaat door: „En daar benevens dan in gedagte nemen, dat..." waarin *als wy* dus samengetrokken is. Na weer 4 regels volgt de hoofdzin: „Soo moeten wy seggen".

De talrijke bepalingen en tussenzinnen maken begrijpelijk, dat L. zich in zijn samentrekkingen soms vergist. Zo in de genoemde zin:

> „Als wy nu aanmerken niet alleen de menigvuldige hairen . . . ., als ook *op* de overgroote menigte van seer kleyne hairtgens,

waarin *aanmerken* in L.'s gedachten heeft plaats gemaakt voor „acht geven op".

In de slotzin van 5e Verv., 73, houdt L. de kondit. betekenis vast, maar wijzigt hij de formulering, vergetende dat hij het vgw. *als* niet had gebruikt:

> *Sien wy nu dat* de voorzigtige Natuur . . . . in alle zeer na op . . . dezelvige wijse werkt, *en daar by gedenken,* dat . . . .

De hoofdzin die pas 6 regels lager volgt, sluit aan bij de konstr. van de 2e bijzin: „moeten wy al weder seggen" (niet: „dan moeten").

Nog twee gevallen:

> En alhoewel ik verscheyde correspondentien, die buyten Hare Hoogh Edele Heeren zyn toegekomen, *of ook toe verzogt ben,* hebbe afgeslagen (4e Verv., 654);
> als de vissen haar kuijt ontloopt of *schiet* (AdB VI, 106).

In het laatste citaat is *de vissen* eerst bel. vw. bij *ontloopt* en vervolgens fungeert het als onderw. bij het niet kongruerende *schiet.* De mogelijke interpretatie dat *schiet* = 'ontschiet', is niet waarschijnlijk, omdat L. in dezelfde alinea (a.w., 104) *schieten* in de zin van 'uitstoten' gebruikt:

> om dat wanneer het wijfken hare eijeren schiet, het Manneken .... het wijfken navolgt int uijtschieten van hare eijeren, ende dat het Mannelijk visje of vis, sijn Mannelijk Zaad .... onder de eijeren van het wijfken schiet.

5.5. Het verschijnsel van een overtollig ontkennend woord vinden we in de „speculatien" meer dan in de „observatien". Het treedt vooral op na *noch, onmogelijk* en *zonder dat:*

> Sien wy nu, dat nog in het bloet ...., nog in de Urine, als die nog warm is, *geen* lugt is (3e Verv., 461);
> om dat het dierken .... onmogelijk al de voetsame stoffe .... *niet* kan ontfangen (AdB V, 250);
> soo soude onmogelijk het Mannelijk Zaad .... *niet* inde baarmoeder konnen gestort werden (Adb V, 148).

In de beide laatste gevallen zijn tussenzinnen waarschijnlijk de oorzaak van de herhaling van de negatie.

In de volgende citaten met *zonder dat* kan de hechtheid van de vaste verbinding *geen de* (*het*) *minste* hebben meegewerkt:

> sonder dat een eenige van 't Mannelyke geslagt voor my te bekennen was, nog ook *geen* de minste versameling [= paring] (6e Verv., 272);
> sonder dat ik na de rugge sijde van het graat-been, *geen* het minste groot bloet-vat konde ontdekken (2e Verv., 282).

Overtollige ontkenning in de bijzin na een negatie in de zin waarvan deze afhankelijk is, vinden we in:

> Mijn versoeck is .... (te informeren) off deselve Heer niet nevens mij gesien heeft, dat de groote vaten off pori .... *niet* uijt globule bestaen (AdB II, 12).

L. bedoelt nl. dat ze wel uit „globulen" bestaan.

Ten slotte een geval waarin de negatie die in de eerste bijzin thuis hoorde, in de tweede verdwaald is:

> ook komt het getal der Vliegen seer te vermenichvuldigen, als men geen sorg draagt, dat de ingewanden van de geslachte Beesten op 't veld blijven leggen, en *niet* daaglijks begraven werden. (1e Verv., 130).

5.6. In de plaatsing van de zinsdelen geeft L. herhaaldelijk blijk van een zekere onhandigheid — het blijkt reeds uit het laatste citaat hierboven —, waarvan in sommige gevallen misverstaan van de tekst het gevolg zou kunnen zijn. Bv.:

> (een aal) uyt welkers Teel-lid, *na mijn oordeel* een seer dikke en taeye, dog weynige vogtigheyt quam (3e Verv., 517).

„Na mijn oordeel" is blijkens het verband geen bijw. bep., maar een bijv. nabepaling bij *Teel-lid,* waarvan L. het nog wel door een komma heeft gescheiden. De contemporaine Latijnse vertaler heeft de zaak niettemin begrepen; hij vertaalt: „ex cujas, ut opinor, parte genitali".

> Met deze .... stellingen, zoude het wel schijnen, of ik *doorgaans* vast stelde, dat het Hert geen de minste quetsinge zoude konnen wederstaan (4e Verv., 688) [Lees: doorgaans geen de minste = 'nooit enige'].

Een relatieve bijzin kan ver van zijn antecedent afdwalen, zoals in:

> heb ik .... gesien, hoe dat een groote menigte van verscheide grootheden van dese sout deelen [lees: sout deelen van verscheide grootheden], uyt soo een klaar water, weder soo een grauwe aardachtige couleur, *waar van de meeste rond schenen te sijn,* hadden aangenomen (2e Verv., 172).

Zinsdelen uit de voorzin komen niet zelden terecht in de nazin en omgekeerd:

> Dierhalven heb ik weder een Conijn laten versamelen, ende na dat het selvige *tweemaal vier en twintig uijren* was versamelt

geweest laten dooden (AdB V, 196). [Bedoeld is: tweemaal 24 uur na de paring];
Dog dese Arterie en Vena en lagen soo wyd niet van den anderen, als hier *na advenant* is afgebeeld (2e Verv., 285). [Lees: lagen naar verhouding niet zover van elkaar als];
Wanneer *van des avonts ten agt uren, tot smergens ten agt uren,* de eyeren, die in die tijd geleit waren, by my wierden na gesien (6e Verv., 195). [Lees: de eieren die tussen 's avonds 8 uur en 's ochtends 8 uur gelegd waren.]

6. *Ingewikkelde strukturen en anakoloeten*

6.1. Ook als L. reeds honderden bladzijden geschreven heeft, hecht hij, naar het schijnt, te weinig belang aan de overzichtelijkheid voor de lezer, dan dat hij zijn gedachtenstroom in zinnen van redelijke lengte indeelt. Veelal brengt hij één gedachte of één waarnemingseenheid in één syntaktische eenheid onder. In een lange zin, als het een komplexe gedachte betreft:

> Als nu ook de sout-deelen van de gemetselde kalk, alleen de oorsaak sijn, dat de kalk, droog geworden sijnde, stijf of hard is: ende dat wanneer die weder in 't vuur komt, soo sagt word, om dat de sout-deelen weder op nieuw ontdaan werden, soodanig dat wy de kalk met onse handen konden verbrijselen, soo konnen wy ons ook ten vollen voldoen, dat de kalk onbequaam is tot het opmetselen van muuren daar men vuur tegen aan stookt: ende dat men tot soodanig werk, behoort te nemen goede kley, die door het vuur hoe langer hoe harder word. (2e Verv., 224),

of in een héél lange, als de eerste zin van de brief van 12 sept. 1696, van 38 regels druks, ongeveer 300 woorden (6e Verv., 314/6).

In zulke grote zinsstrukturen kunnen ook emotionele elementen een plaats vinden: de spontane uitroepen waarmee L. soms uiting geeft aan zijn verontwaardiging over de domheid van de mensen of zijn verrukking over Gods schepping. In de brief van 18 mei 1695 (5e Verv., 73) lezen we bv.: „Weg met het gevoelen van Aristoteles, en alle die hem na volgen”. Deze uitroep is ingebed in een struktuur, bestaande uit achtereenvolgens een kondit. bijz. met een ld. vw. zin van de 2e graad, nevenschikkend verbonden met een komplex van nog een kond. bz. met een ld. vw. zin (2e gr.), een vgl. bz. (3e gr.), een ld. vw. zin (2e gr.),

een rel. zin (3e gr.), een ld. vw. zin (4e gr.), de hoofdzin („moeten wy al weder seggen") en dan eindelijk, als ld. vw. daarbij, de geciteerde uitroep. Onvolledig geciteerd trouwens, want na *navolgen* komen nog twee nevengeschikte rel. zinnen bij *alle,* waarvan de eerste weer een ld. vw. zin bij zich heeft. Alles tezamen zo'n 120 woorden.

Ook aan de zin: „zoo hebben wy redenen om uyt te galmen O Diepte der wijsheit, hoe onnaspuerlijk is het maaksel uwes werks!", pure kanseltaal trouwens, is een komplex van twee parataktische zinnen van tezamen een 90 woorden vooraf gegaan (4e Verv., 591). De schijnbaar spontane „spreektaal"-uitingen blijken hecht ingebouwd te zijn in typische schrijftaalstrukturen.

We konstateren in dergelijke zinnen een toch eigenlijk merkwaardige mengeling van onbewust en bewust taalgebruik. Onbewust in zoverre als L. zijn gedachten neerschrijft zoals ze opkomen, niet gesplitst in kleinere eenheden; bewust, althans in de praktijk geschoold, in zoverre als hij zich onderwerpt aan de wetten van de syntaksis. Want wie dit laatste niet met althans enige bewustheid kan, behoeft zich aan een zin als de geciteerde over de metselkalk niet te wagen en zal er nog minder in slagen een ingewikkelde periode van 300 woorden foutloos te konstrueren. Ik leg hierop de nadruk, omdat Overdiep en mej. Mendels wel melding maken van L.'s anakoloeten, maar geen aandacht schenken aan de talloze goed gebouwde zinnen. Die anakoloeten zíjn er natuurlijk, meer dan ik hieronder kan bespreken, maar het moet toch ook vastgesteld worden, dat L. zich in de jaren '90 reeds redelijk bekwaam toont in de periodenbouw.

Nu is er natuurlijk een hogere graad van geoefendheid denkbaar: die van de stilist die een lange zin weloverwogen in enkele korte verdeelt, maar zover was L. toen nog niet. Ik heb de indruk, dat hij er later, in zijn *Send-Brieven,* die de periode van 1712-1717 bestrijken, wel toe komt, maar er zou een omvangrijk statistisch onderzoek verricht moeten worden om hierover iets met zekerheid te kunnen zeggen.

6.2. Met de term 'anakoloet' bedoel ik een zin, meestal een samengestelde, waarin de spreker of schrijver op de eenmaal gekozen aanhef niet overeenkomstig de gewone „regels" van de zinsbouw heeft voortgebouwd. De meeste anakoloeten bij L. zijn ontstaan, doordat hij in

zijn behoefte om vooral duidelijk te zijn en alles te vermelden wat ter zake doet, de aanhef uit het oog verloor. Overdiep spreekt in dit verband van een „hinderlijke voorkeur voor uitweidende, nader verklarende, de gedachtengang onderbrekende relatieve zinnen" [28]), maar het zijn natuurlijk niet alleen de relatieve zinnen die de moeilijkheden veroorzaken. Een niet al te ingewikkeld vb. is het volgende:

> en ik beelde my in, dat wanneer men in Indien de kamers of zolders, daar men de Nooten-Muscaaten op leyt, wel zwavelde, en dat niet eens, maar alle maanden, om dat wanneer men maar eens zwavelde, men alle de levende Schepsels die buyten der zelver Eyeren zijn wel zoude konnen dooden, maar dat men de Jonge wormen die nog in haar Eyeren beslooten leggen door het zwavelen geen schade zoude konnen aan brengen, *en over zulks zeg ik* het noodig te zyn, dat men het zwavelen continueert, en zoo doende, en twijfel ik niet, of men zoude het door knagen van de Nooten-Muscaaten wel voorkomen. (5e Verv., 42).

Het hoofdschema is eenvoudig genoeg: „ik beeld mij in, dat men (als men de zolders zwavelde) het doorknagen van de nootmuskaten zou voorkomen", maar aan het eind van de lange kausale bijzin (*om dat-aan brengen*) is L. het spoor bijster en bij *en over zulks* doorbreekt hij de normale afwikkeling met een nieuwe aanhef.

Een kleine 40 anakoloeten — en er zijn er zeker meer te vinden — heb ik genoteerd bij het doorbladeren van 18 brieven tussen 1689 en 1694. Het is mogelijk daarin enkele typen te onderscheiden, al zijn de grenzen niet altijd scherp.

A. De kleinste afwijking van de normale bouw vertonen zinnen waarin alleen een verwarring in de woordorde heeft plaats gevonden: hoofdzinsvolgorde in plaats van de verwachte volgorde van de bijzin of omgekeerd. Bv.:

> ende als doen gesien, dat deselvige 8. â 10. dagen doorbragten met haar gespin, en stroopten als dan haar huytje af, en wierden een tonneke of popke, ende dat dese popkens 4. dagen out sijnde, sag bewegen, ende dat die helder wit waren (4e Verv., 538).

De voortzetting *ende dat dese popkens* maakt het waarschijnlijk, dat *en stroopten — popke* ook als afhankelijk van *gesien* moet worden op-

28) OTt II, 248.

gevat. Verder moeten we *sag bewegen* lezen als „bewogen"; blijkbaar heeft L. *ende dat* gedacht als „ende dat ik".

Strikt genomen moeten tot dit type ook gevallen van ongemotiveerde of, zoals in het volgende vb., ontbrekende inversie worden gerekend:

> Wanneer wy soo ligtgeloovig niet en waren, en veele saaken .... ondersogten, *ik en twijfel niet*, of men soude (3e Verv., 528).

B. Het tweede type ontstaat door contaminatie van twee mogelijke formuleringen, een zeer frekwente oorzaak:

> met verder by voeginge, dat *hy* by een vermaart Heel-meester, die op het land was woonende, *hem* van zyn hardhorentheyt, gans *hadde* genesen (4e Verv., 633);
> ende dat de .... sout-deelen, doen die door het vuur sijn als weggestooten, of opgedreven sijn, eenige vaste sout-deelen met haar *sijn opgevoert geworden* (2e Verv., 173).

In de volgende zin heeft de bepaling *na mijn oordeel* tijdens het schrijven in L.'s gedachten plaats gemaakt voor *ik oordeel*:

> Dese Vliegjens waren na mijn oordeel gekome uijt de omspinsels die geelst van couluur waren, ende dat uijt de minder geele omspinsels die op het verdroogde blad lagen, dat daar uijt de Vliegjens voor leden jaar waren gevlogen. (23 mei 1695 aan M. van Velden. *Album der Natuur* 1909, 317).

C. Het derde type is gekenmerkt door onderbreking van de aangevangen zin door een geheel nieuwe opzet:

> ende soo verre gekomen wesende, dat die uyt het water haar voetsel konnen trekken, indien dan dese vellen in 't water geworpen werden, in een nieuw gedolven sloot, soo konnen daar Alen van voortkomen (3e Verv., 528).

Het „subjekt" bij *wesende* is blijkens de voorafgaande tekst: *dese* (uit de baarmoeder gedrukte en aan de vellen vast zittende) *jonge Alen,* maar L. laat dit mét de part. konstr. in de steek en begint met *indien* een nieuwe aanhef. De zin moet dus als volgt gelezen worden: „en indien de vellen met de jonge alen, wanneer deze eenmaal hun voedsel uit het water kunnen halen, in het water gegooid worden ...." enz.

Andere vbb. van onderbreking: 4e Verv., 610/1; 5e verv., 11.

D. Ook het vierde type is gekenmerkt door onderbreking, maar deze is minder bruusk, doordat L. de door bijzinnen uitgedijde voorzin geleidelijk als een afsluitbare eenheid gaat behandelen. Schrijver en lezer glijden de nieuwe konstruktie in. Bv.:

> Om nu aan te wijzen, hoe de uyt vallende hairtgens in onze ooren beset zijnde met de uytdryvende stoffe, die niet alleen door de huyt continueel werd uytgestooten, maar ik beeld my ook in, dat . . . (4e Verv., 634).

Het part. *zijnde* was de eerste ontsporing. Toen ging de tegenstelling *niet alleen, maar ook* domineren en leidde L. de zin in een andere richting. Na de voltooiing van de gedachte volgt dan toch nog de konsekwentie van het willen aanwijzen, die in het eerste woord van de zin werd aangekondigd, maar in de vorm van een nieuwe zin: „Ik heb twee hairtgens . . . . voor het vergrootglas gestelt en laten afteikenen".

Een soortgelijk geval vinden we in 4e Verv., 660, waar L. begint met „Aangaande de swarigheyt" en zich vervolgens verliest in een lange bijzin bij dit subst. Hij sluit die af met een punt en gaat voort: „Wat het laatste aangaat, die swarigheyt is weggenomen door...".

E. Op dezelfde wijze ontstaat het meest frekwente type, de bijzinskomplexen zonder hoofdzin. De meeste van deze anakoloeten zijn veel te lang om ze hier te citeren; zo bv. 4e Verv., 680/1. Een redelijk kort vb. is:

> Want overdenkende, dat het bloet het welke tot de uitterste deelen van onse voeten, ende aldaar seer-na drie-maal soo veel wegs, af te loopen heeft van het hert, als het geene dat in de uitterste deelen van het hooft circuleert. (2e Verv., 329).

Een enkele keer hervat L. de bijzin in een bepaling:

> Alsoo ik nu op geen andere plaatsen . . . . dese . . . . openingen en ontdekten, als daar ik de horisontale Hout-pypjens . . . . hadde af . . . . geschuert; als hier fig: 5. tusschen BC ende GH werden aangewesen. *Dit siende* stelde ik vast . . . . (3e Verv., 487).

Misleidend is:

> als wy onze gedagten laten gaan, op de menigvuldige deelen waar uit zoo een schibbe bestaat . . . . en daar benevens dan gedenken, hoe vast, en net, deze schibagtige deelen . . . . op een moeten leggen,

> zal het licht zonder verhindering daar door gaan, als mede hoe volmaakt yder bultig deeltje van het Hoorn-vlies moeten [sic] zijn, zullen de voorwerpen, ons zeer net te voren komen. (5e Verv., 7).

Hierin zijn *zal* — *door gaan* en *zullen* — *komen* geen afsluitende hoofdzinnen, maar kondit. bijzinnen; de intonatie behoort dus ook bij de punt eigenlijk zwevend te blijven. Het vervolg, dat L. in een nieuwe zin heeft ondergebracht, had ongeveer moeten luiden: „zullen wij verbaasd staan".

Bij de beoordeling van alle gevallen van ontbrekende hoofdzin moeten we de volgende zin in de beschouwing betrekken. L. sluit nl. herhaaldelijk een zin met een punt af, terwijl de volgende zin toch een duidelijke voortzetting ervan is. Dit maakt het noodzakelijk ook aan interpunktie en intonatie enige aandacht te wijden.

7. *Interpunktie en intonatie*

In *Taalwetenschap* zegt Uhlenbeck, „dat de zinsintonatie het middel par excellence is om, wanneer geen andere indices uit het woordmateriaal of de situatie aanwezig zijn, de hoorder duidelijk te maken dat de uiting compleet is en dat hij zijn interpretatie van het gesprokene kan voltooien" [29]). Bij het interpreteren van geschreven taal moeten we het procédé in omgekeerde richting afwerken: met de gegevens uit de zinsstruktuur moeten we de uiting interpreteren, daarbij geholpen — soms gehinderd — door de interpunktie, en dan pas kunnen we tot de juiste intonatie besluiten.

Bij L. is de informatie die de struktuur ons verschaft, herhaaldelijk in strijd met de gegevens uit de interpunktie. Voor zover ik zie, bedient hij zich van het zg. vierledige systeem, dat in de loop van de 17e eeuw algemeen gebruikelijk is geworden [30]), waarin de punt fungeert als teken voor het zinseinde. „Daar dit teeken (.) gevonden wordt / daar hebbt gy het slot van de reeden." zegt o.a. Leupenius in 1653 [31]). Maar

29) *Taalwetenschap, een eerste inleiding* (Den Haag z.j.), 8.
30) Joha. Greidanus, *Beginselen en ontwikkeling van de interpunctie* (Zeist 1926), 234.
31) *Aanmerkingen op de Neederduitsche Taale* (1653), ed. W. J. H. Caron, (Trivium IV; Gron. 1958), 16.

wie nu meent, dat tussen punt en punt altijd een intonatieve eenheid besloten ligt, komt bij L. vaak bedrogen uit, vaker dan ik bij andere 17e-eeuwse schrijvers heb ervaren. Hij schrijft bijv. achter: „Dit water beschouwende als het te meerendeel was weggewasemt." (3e Verv., 384) een punt. Toch kon bij *weg gewasemt* voor L. „het slot van de reeden" evenmin bereikt zijn als voor de lezer. De struktuur is onvoltooid, zolang de zinsdelen waaraan de part.groep ondergeschikt is, niet zijn neergeschreven. Ze volgen ook, en in de verwachte ordening: „Sag ik datter ses sydige Sout-deeltgens lagen . . . ." enz. In hs. en druk vinden we dezelfde interpunktie. Het is niettemin ondenkbaar, dat L. *weg gewasemt* met dalende intonatie bedoeld zou hebben.

Ook komt het voor, dat L. een kondit. of vergelijkende voorzin met een punt afsluit en de hoofdzin met *Soo* begint. Soms is de voorzin vrij lang, zodat het enigszins begrijpelijk is, dat L. op het beslissende moment de aanhef vergeten was (zie bv. 4e Verv., 546 met een voorzin van 13 regels druks), maar dit is niet altijd het geval:

> Om nu de hoe grootheyt, van het verhaalde Hoorn-vlies, voor de oogen te stellen, ende daar in de meenigvuldige volmaakte verheventheden zoo veel my doenlijk was, aan te wijsen. Zoo heb ik . . . . (4e Verv., 723).

Ook hier is een afsluitende intonatie voor de punt onaannemelijk, te meer omdat L. in andere zinnen van dit type wel een komma zet.

Herhaaldelijk zet L. een punt voor een zg. uitbreidende bijv. bijz., of deze nu met *welke,* dan wel met een vnw. bijw. begint. Dit kunnen we trouwens bij verscheidene 17e-eeuwers vinden. Bv.:

> Welke stoffe men met het bloote oog beschouwende, wel zoude oordeelen dat het de Myt was. (5e Verv., 34);
> Alle welke sout-deelen niet gestremt waren (2e Verv., 225);
> Waarom ik haar weder op myn hand plaatste (6e Verv., 195);
> Waar uyt ik mede een besluyt maakte, dat (2e Verv., 232).

Nu zijn de uitbreidende bijzinnen intonatief minder hecht verbonden met hun antecedent dan de beperkende [32]. Men zou dus kunnen den-

32) Zinnen die op deze wijze met het rel. *Die* beginnen, heb ik niet aangetroffen. Ik heb de indruk dat L. bij uitbr. bijv. bz. minder *die* dan *welke* gebruikt, maar of hij een min of meer systematisch verschil maakt, zou nader onderzocht moeten worden.

ken, dat L. deze zinnen los denkt van de voorzin. Dit verhindert hem echter niet in andere gevallen wel een komma te schrijven:

> (dat .... ik wel met een leertje heb leggen speelen), en welk leertje wy een trek-leertjen noemden (4e Verv., 705);
> (die ik thuys komende alle .... doorzogt), waar in my bleek (5e Verv., 34).

Dezelfde inkonsekwentie kunnen we opmerken bij bijzinnen met *daar*, 'terwijl, hoewel', bv. 5e Verv., p. 35, waar L. in het ene geval schrijft *daar in tegendeel,* vooraf gegaan door een komma en in het tweede geval *Daar in tegendeel,* vooraf gegaan door een punt.

Toch mogen we uit dit alles niet konkluderen, dat L. geen verschil maakt tussen punt en komma. De punt is het teken voor het zinseinde, maar kan blijkbaar ook stijgende of zwevende intonatie aanduiden. De komma dient voor een kortere rust, maar wordt soms zo overvloedig toegepast, dat hij geen intonatieve of ritmische funktie meer heeft, maar slechts een visuele afscheiding van woordgroepen vormt. Bv.:

> Dese stukken swavel, hadde ik gehangen aan een koperdraat, in een hooge van aarde gebakken pot, die boven naeuw was, welke potten by onse Gemene Man in gebruyk sijn, om haar vuyr te dooven, of te smooren. (3e Verv., 407).

Dit alles vestigt de indruk dat L. bij het schrijven en eventueel overlezen de intonatie niet innerlijk hoorde; het zou niet zo'n wonder zijn bij een man die visueel zo uitzonderlijk begaafd en vooral gespecialiseerd was. We vinden in Schierbeeks biografie ook geen enkele aanwijzing, dat L. bijvoorbeeld gehoor voor muziek had en uit de talrijke brieven die ik van hem heb gelezen, kan ik mij geen enkele geluidsimpressie van enige betekenis herinneren. Dit kan ook verklaren, althans ten dele, dat L. zo vaak bijzinnen zonder afsluitende hoofdzin schrijft. Ik geef nog een vb.:

> Alzoo ik indagtig was dat ik voorledene Somer in de Pruymen en Appel-boomen veel zeer kleyne Vliegjens hadde gezien, die ik my in beelde dat gantsche takjens van de Appel-boomen zoodanig te onder hielden, dat niet alleen de Appeltgens zoo kleyn als knikkers bleven, maar dat ook geen jonge houtscheuten gemaakt wierden. (5e Verv., 86).

Als L. inderdaad al schrijvende niet in het gehoor hield, dat de aanhef bijzinsintonatie had, kon hij gemakkelijk het laatste deel van de zin, vanaf *dat niet alleen,* als de afsluiting gaan beschouwen. Men kan dit hoorbaar maken door de zin hardop te lezen en geleidelijk van bijzinsintonatie over te gaan in afsluitende intonatie.

Natuurlijk mag bij een studie van L.'s interpunktie de rol van de drukker niet uit het oog worden verloren. Vergelijking van de eerste 3 bladzijden van de brief van 1 april 1689 (2e Verv., 324-327) met het hs. leerde mij, dat op de ca. 120 leestekens 22 verschillen tussen de aan de Royal Society verzonden brief en de druk voorkwamen. In deze brief waren de verschillen, op één na, niet van belang, maar soms zijn ze dat wel, zoals in de brief van 24 juni 1692:

> Sien wij nu, dat nog in het bloet, soo als het uijt de Aderen komt, Nog inde Urine, als die nog warm is, geen lugt is, soo mag men . . . (gecit. vlg. hs.).

Nu is bij het transcriberen van L.'s hs. een telkens terugkerend probleem of L. een *s* of een *l* als een hoofdletter bedoelt of niet. Als de *s* aan het begin van een woord staat, is er nl. geen verschil tussen die letter aan het begin van een zin of middenin de zin. De beide woorden *soo* in dit citaat kunnen dus zowel met kapitaal als met kleine letter gelezen worden. In de druk (3e Verv., 461) vinden we behalve weinig betekenende spellingwijzigingen het eerste *soo* met een kleine letter, het tweede echter met hoofdletter, terwijl de (onmiskenbare) komma achter *is* door een punt is vervangen; dus: *geen lugt is. Soo.* Deze wijziging rukt de bijeenbehorende zinnen uiteen.

Of L. in zulke veranderingen zelf de hand heeft gehad, is onbekend; we weten zelfs niet of de verzonden brieven wel volkomen identiek waren met de kopij voor de drukker.

Er is één kurieus geval, waarin L. een citaat uit Jonstons *Beschrijving van de Natuur der Gekerfde of Kronkel-dieren, Slangen en Draken* (Amsterdam 1660) verminkt weergeeft door onnauwkeurigheid met de betrekking tot de interpunktie. Bij Jonston staat:

> Dat lesen wy by Plinius van het *Heidenkoorn,* van de Kastanien en Vijghen by *Galenus:* 't selve word van de Radys, de Xyloaloe,

> de hof Apium d'adels [sic] enz: Bij *Dioskorides* gelesen; (a.w., 94).

L., misschien in de war gebracht, eerst door het chiasme, toen door de onjuiste hoofdletter van *Bij,* las de dubbele punt achter *enz* — het teken van de afkorting, ook door hemzelf gebruikt achter *Fig* — als zinsluitend teken en citeerde als volgt:

> By Dioskoridis gelesen; dat de wol van een schaap, dat van een wolf gebeten, indien het kleet daar van gemaakt besweet werd, luisen doet groeyen, staat by Aristoteles en Plutarchus (6e Verv., 214).

Dat dit citaat oninterpreteerbaar was geworden, is blijkbaar niet tot hem doorgedrongen. Dit ene curiosum mag ons echter niet verleiden tot de konklusie, dat L., een der laatsten van wie men kan zeggen dat hij voor kleine zaken geen oog had, aan leestekens geen waarde hechtte. We kunnen ons er slechts over verwonderen, dat hij, terwijl hij zoveel schreef, er zich geen rekenschap van gaf, dat hij met zijn interpunktie vaak de struktuur van zijn geschreven zinnen geweld aan deed.

8. *Besluit*

Wanneer we trachten enige konklusies te trekken, kunnen we vaststellen, dat we bij L. enkele verschijnselen vinden die wijzen op aansluiting bij de gesproken taal. Ik noem zijn soms eenvormige nevenschikking, de in 4.2. en 5.2. beschreven proleptische konstrukties, het vooruitwijzende pronomen, de dubbele ontkenning. Hierin, en in de woordkeuze (ik verwijs hiervoor naar het artikel van mej. Mendels in NTg. 40), komen inderdaad een ongekunsteldheid en spontaneïteit tot uiting die de spreektaal meer eigen is dan de schrijftaal. Overdiep heeft dit in zijn beoordeling niet laten uitkomen, De Vooys heeft er te veel het accent op gelegd.

Hiertegenover staat echter, dat er tal van verschijnselen zijn, die mej. Uijlings in modern taalgebruik als typerend voor de geschreven uiting beschouwt. Dat zijn de verschillende participiumkonstr., de relatieve zin met het attributieve *welke,* de obj. + inf.-konstrukties, de ingewikkelde perioden met bijzinnen van allerlei aard. Dit alles wijst duidelijk op een streven naar hogere strukturering en maakt het bijzonder moeilijk om met De Vooys van L.'s „eenvoudige zinsbouw" te

spreken of met mej. Mendels van „vrijwel ongekunstelde spreektaal met een klein schrijftaalvernisje". Eerder moeten we zeggen, dat L. het spontane en beeldende dat zijn gesproken taal moet hebben gekenmerkt, in het keurslijf van de deftige schrijftaal heeft gewrongen.

Wanneer we ons afvragen, of we L.'s taal met Overdiep inderdaad „gebrekkig" mogen noemen, staan we voor de moeilijkheid dat we niet weten, wat de syntaktische normen van de 17e eeuw waren. Het is zeker niet onwaarschijnlijk, dat L.'s anakoloeten ook door zijn tijdgenoten als tekortkomingen beschouwd zijn. Maar geldt dit ook voor een part.konstruktie zonder subjektskongruentie of voor een diskongruentie van subjekt en pers.vorm, als er geen misverstand door ontstond? Werd een absolute konstr. als „goed Nederlands" beschouwd? Was zinsvervlechting een syntaktische fout? En dubbele ontkenning? Er zal nog veel vergelijkend syntaktisch onderzoek nodig zijn om deze vragen met enige stelligheid te kunnen beantwoorden.

Het zou trouwens ook verhelderend kunnen zijn in L.'s werk zelf een dergelijk onderzoek in te stellen. Dat kan antwoord geven op de vraag, of hij in zijn latere brieven minder „fouten" maakt dan in de vroegere en met name ook op de vraag of de indruk dat hij in de *Send-Brieven* tot vereenvoudiging van zijn zinsbouw is gekomen, juist is. Zo'n onderzoek vraagt echter nogal wat tijdrovend rubriceer- en telwerk, waartoe dit artikel op zijn hoogst een aanloop vormt.

Is Van Rijnberks uitspraak dat L. gebrek aan waardering had voor „de vorm waarin wetenschappelijke mededelingen behooren gekleed te worden", in het licht van deze studie gerechtvaardigd? Mij dunkt dat de talrijke aanwijzingen waaruit blijkt, dat L. zich naar de gekultiveerde schrijftaal richtte, voldoende bewijzen dat hij voor die vorm geenszins onverschillig was. Dat hij zich daarbij juist de ambtelijke taal tot voorbeeld koos, mag minder gelukkig zijn, maar daarbij rijst een nieuwe vraag, nl. of er tussen de ambtelijke en de wetenschappelijke stijl van de late 17e eeuw wel zulke markante verschillen bestonden. Zonder vergelijkend syntaktisch onderzoek — ik kom weer terug bij de wens die De Vooys in 1913 heeft geuit — valt ook hierover niets te zeggen.

Maar het is wel zeker, dat voor L. de inhoud van zijn geschriften

van veel méér belang was dan de vorm en dat hij naast zijn aandacht voor de beschreven natuurwonderen te weinig kritiek overhield op zijn taalgebruik. Alleen daardoor is het te verklaren, dat er naast syntaktische verschijnselen die wijzen op bewust streven naar het voldoen aan een stilistische norm, zoveel syntaktische tekortkomingen te vinden zijn. Herhaaldelijk vragen we ons tijdens het lezen af, waarom of waardoor een simpele verbetering *niet* is aangebracht. Nog één citaat ter toelichting:

> Laten wij nu stellen dat het Hert twelk vande Ael of Paling, *dat* digt aant hooft geplaatst leijt, tot seer na aan de uijterste deelen vande staart (daar de alderveerste circulatie geschiet) elf duijm breet lang is, soo .... (vlg. hs.).

Hierin zijn voor *Hert* de woorden *van het* vergeten; het gecursiveerde *dat* daarentegen is overtollig. De zin staat zo in de autograaf die aan de Royal Society is verzonden en is, behoudens onbetekenende wijzigingen in spelling en interpunktie, zo in het 2e Verv. afgedrukt (330). Hoe is het mogelijk dat L. niet heeft bemerkt, dat deze zin, gelezen zoals hij er staat, onzin is? Hoe is het verder mogelijk dat hij niet een aantal van zijn anakoloeten verbeterd heeft?

Voor het beantwoorden van deze vragen zouden we althans enige voorstelling moeten hebben van de wijze waarop de tekst tot stand gekomen is. We bezitten van een aantal brieven de manuscripten die in de archieven van de ontvangers gevonden zijn, in overgrote meerderheid autografen; voorts de gedrukte teksten van de meeste daarvan en van een aantal brieven waarvan het hs. niet teruggevonden is. Zijn de verzonden brieven afschriften van kladhandschriften of heeft L. ze meteen in het net geschreven? Las hij ze over, voor hij ze verzond? Hoe kwam de kopij voor de drukker tot stand? Wie was verantwoordelijk voor de verschillen tussen druk en hs., die overigens slechts zelden van veel betekenis zijn: Leeuwenhoek zelf, een kopiïst of de drukker?

Zo eindigt dit artikel met meer vragen dan konklusies, vragen die alle voor de beoordeling van Leeuwenhoeks taalvermogen van belang zijn.

November 1964 B. C. DAMSTEEGT

LIJST VAN AANGEHAALDE WERKEN

LIST OF QUOTED LITERATURE

Alle de Brieven van Antoni van Leeuwenhoek. 8 vols. Amsterdam. 1939-1967.

Allgemeine Deutsche Biographie. 56 vols. München, Leipzig. 1875-1912.

Armstrong, E. A. The Folklore of Birds. An Enquiry into the Origin & Distribution of some Magico-Religious Traditions. London. 1958.

Bacot, A.W. Report on plague investigations in India, LXIX, in Journal of Hygiene (Cambridge), vol. 13 (suppl. 3), pp. 464-466. 1914.

Bennet-Clark, H. C. & E. C. A. Lucey. The jump of the flea: a study of the energetics, in Journal of Experimental Biology, vol. 47, pp. 59-76. 1967.

Bertin, L. Eels, A Biological Study. London. 1956.

Beydals, P. Twee testamenten van Antoni van Leeuwenhoek, in Nederlandsch Tijdschrift voor Geneeskunde, vol. 77, pp. 1021-1033. 1933.

Bie, J. P. de & J. Loosjes. Biographisch Woordenboek van Protestante Godgeleerden in Nederland. 5 vols. 's-Gravenhage. 1907-1949.

Biedermann, W. Vergleichende Physiologie des Integuments der Wirbeltiere, in Ergebnisse der Biologie (ed. K. von Frisch *et al.)*, vol. 3, pp. 354-541. Berlin. 1928.

Birch, T. The Works of the Honourable Robert Boyle. In Five Volumes. To which is prefixed The Life of the Author. 5 vols. London. 1744.

Birch, T. The History of the Royal Society of London For Improving Natural Knowledge From Its First Rise ... 4 vols. London. 1756-1757.

Blankaart, S. De Kartesiaanse Academie Ofte Institutie Der Medicyne. Amsterdam. 1683.

Bodenheimer, F. S. Materialen zur Geschichte der Entomologie bis Linné. 2 vols. Berlin. 1928, 1929.

Boerhaave, H. Index Alter Plantarum quae in Horto Academico Lugduno-Batavo aluntur. Lugduni Batavorum. 1720.

Boyle, R. A Paper of the Honourable Robert Boyl's ... being an Account of his making the Phosphorous, &c., in Philosophical Transactions, vol. 17, no. 196, pp. 583-584.

Bugge, G. Zur Entwicklung der Hühnerflöhe, in Berliner und Münchener tierärztliche Wochenschrift, vol. 44, pp. 485-489. 1928.

Chomel, N. Algemeen huishoudelijk-, natuur-, zedekundig- en konstwoordenboek ... 16 vols. Leyden, Leeuwarden. 1778-1791.

Clericus, D. Historia Naturalis et Medica Latorum Lumbricorum, intra Hominem & alia Animalia, Nascentium ... Genevae. 1715.

Cole, F. J. Leeuwenhoek's Zoological Researches, in Annals of Science, vol. 2, pp. 1-46, 185-235. 1937.

Commelin, J. Catalogus Plantarum Horti Medici Amstelodamensis. Pars Prior. Amstelodami. 1689.

Craig, C. F. & E. C. Faust. Clinical Parasitology. Philadelphia. 1945 (ed. 4).

Damsteegt, B. C. De betekenis en functie van als wanneer, in De Nieuwe Taalgids, vol. 61, p. 109 *seq.* 1968.

Dictionary of National Biography. 22 vols. Oxford. 1921-1922.

Dijksterhuis, E. J. The Mechanization of the World Picture. Oxford. 1961.

Dobell, C. Antony van Leeuwenhoek and his „Little Animals" being some account of the father of protozoology and bacteriology and his multifarious discoveries in these disciplines ... Amsterdam. 1932.

Eidmann, H. Lehrbuch der Entomologie, Berlin. 1941.

Enciclopedia Italiana di Scienze, Lettere ed Arti. 39 vols. Roma. 1949.

Eymael, H. J. Constantijn Huygens' Hofwijck (Vitaulium). Zutphen. 1920 (ed. 2).

Ferchl-Mittenwald, F. Chemisch-Pharmazeutisches Bio- und Bibliographikon. Mittenwald. 1937.

Folkes, M. Some Account of Mr. Leeuwenhoek's curious Microscopes, lately presented to the Royal Society, in Philosophical Transactions, vol. 32, no. 380, p. 446 *seq.* 1723.

Forbes, R. J. (ed.). Het zout der aarde. Hengelo. 1968.

Franz, V. Sehorgan, in Lehrbuch der vergleichenden mikroskopischen Anatomie der Wirbeltiere (ed. A. Oppel), vol. 7. Jena. 1913.

Friedman, R. Giovan Cosimo Bonomo. The 250th Anniversary of His Discovery of the Parasitic Nature of Scabies, in Medical Life, vol. 44, no. 1 (Bonomo Number). 1937.

Fulton, J. F. A Bibliography of the Honourable Robert Boyle Fellow of the Royal Society. Oxford. 1961 (ed. 2).

Gedenkboek van het Athenaeum en de Universiteit van Amsterdam 1632-1932. Amsterdam. 1932.

Gilmour, M. N. *et al.* The classification of organisms termed Leptotrichia (Leptothrix) buccalis. I. Review of the literature and proposed separation into Leptotrichia buccalis Trevisan, 1879 and Bacterionema Gen. Nov., B. matruchotti (Mendel, 1919) Comb. Nov., in Bacteriological Reviews, vol. 25, p. 131 *seq.* 1961.

Gins, H. A. Einführung in die Bakteriologie. München. 1949 (ed. 2).

Greguss, P. Bestimmung der mitteleuropäischen Laubhölzer und Sträucher auf xylotomischer Grundlage. Szeged. 1947.

Greguss, P. Xylotomische Bestimmung der heute lebenden Gymnospermen. Budapest. 1955.

Greguss, P. & I. Varga. Xylotomische Bestimmungsschlüssel der Pinus Arten. Szeged. 1950.

Grew, N. The Anatomy of Plants. With an Idea of a Philosophical History of Plants. And several other Lectures, Read before the Royal Society. S.l. 1682.

Hartsoeker, N. Cours de Physique Accompagné de plusieurs piéces concernant la Physique qui ont déja paru, et d'un Extrait Critique Des Lettres de feu M. Leeuwenhoek. La Haye. 1730.

Harvey, E. N. A History of Luminescence. From the earliest time until 1900. Philadelphia. 1957.

Hegi, G. Illustrierte Flora von Mittel=Europa Mit besonderer Berücksichtigung von Deutschland, Oesterreich und der Schweiz. Zum Gebrauche in den Schulen und zum Selbst-unterricht. 7 vols. München. 1906-1931.

Hooke, R. Micrographia: or some Physiological Descriptions of Minute Bodies made by Magnifying Glasses with Observations and Inquiries thereupon. London. 1665.

Hoole, S. The select Works of Antony van Leeuwenhoek, containing his Microscopical Discoveries in many of the Works of Nature. Translated from the Dutch and Latin editions published by the Author. 2 vols. London. 1798, 1807.

Houttuyn, M. Natuurlyke Historie, of Uitvoerige Beschryving der Dieren, Planten en Mineraalen, volgens het Samenstel van den Heer Linnaeus ... 37 vols. Amsterdam. 1761-1785.

Hudson, B. W. & F. M. Prince. Culture methods for the fleas Pulex irritans (L.) and Pulex simulans Baker, in Bulletin of the World Health Organisation, vol. 19, pp. 1129-1133. 1958.

Hullu, J. de. De archieven der admiraliteitscolleges. 's-Gravenhage. 1924.

Huygens, Chr. Oeuvres Complètes de Christiaan Huygens publiées par la Société Hollandaise des Sciences. 22 vols. La Haye. 1888-1950.

Hyman, L. H. The Invertebrates: Platyhelminthes and Rhynchocoela. The acoelomate Bilateralia, vol. 2. New York, Toronto, London. 1951.

Jane, F. W. The structure of wood. London. 1970 (ed. 2).

Japikse, N. Prins Willem III de Stadhouder-Koning. 2 vols. Amsterdam. 1930, 1933.

Kan, J. B. Geschiedenis van het Erasmiaansch Gymnasium. Rotterdam. 1876.

Kaul, R. B. Diaphragms and aerenchyma in Scirpus validus, in American Journal of Botany, vol. 58, pp. 808-816. 1971.

Kircher, A. d'Onderaardse Weereld in Haar Goddelijk Maaksel en wonderbare uitwerkselen aller Dingen ... in XII Boeken naewkeurig beschreven. 2 vols. Amsteldam. 1682.

Knülle, W. Physiological properties and biological implications of the water vapour sorption mechanism in larvae of the oriental rat flea, Xenopsylla cheopis (Roths.), in Journal of Insect Physiology, vol. 13, pp. 333-357. 1967.

Kny, L. Botanische Wandtafeln mit erläuterndem Text. Berlin. 1874.

Lavoipierre, M. M. J. & M. Hamachi. An Apparatus for Observations on the Feeding Mechanism of the Flea, in Nature, Lond., vol. 192, p. 999. 1961.

Leeuwenhoek, A. van. Den Waaragtigen Omloop des Bloeds, Als mede dat De Arterien en Venae Gecontinueerde Bloed-Vaten zijn, Klaar voor de oogen gestelt. Verhandelt in een Brief, geschreven aan de Koninglyke Societeit tot Londen. Delff. 1688.

Leeuwenhoek, A. de. Continuatio Epistolarum, Datarum Ad longe Celeberrimam Regiam Societatem Londinensem. Lugduni Batavorum. 1689.

Leeuwenhoek, A. van. Derde Vervolg der Brieven, Geschreven aan de Koninglyke Societeit tot London. Delft. 1693.

Leeuwenhoek, A. van. Vierde Vervolg Der Brieven, Geschreven aan de VVytvermaarde Koninklijke Societeyt in London ... Delft. 1694.

Leeuwenhoek, A. van. Arcana Naturae Detecta. Delphis Batavorum. 1695.

Leeuwenhoek, A. van. An Extract of a Letter from Mr. Leeuwenhoek, Dated the 10th of July, An. 1696. Containing Microscopical Observations on Eels, Mites, the Seeds of Figs, Strawberries, &c., in Philosophical Transactions, vol. 19, no. 221, pp. 269-280. 1696.

Leeuwenhoek, A. van. Vijfde Vervolg Der Brieven, Geschreven aan verscheide Hoge Standspersonen en Geleerde Luijden. Delft. 1696.

Leeuwenhoek, A. van. Continuatio Arcanorum Naturae Detectorum, Qua continentur Quicquid hactenus ab Auctore lingua Vernacula editum, & in linguam Latinam transfusum non fuit. Delphis Batavorum. 1697.

Leeuwenhoek, A. van. Sesde Vervolg der Brieven, Geschreven aan verscheide Hoge Standspersonen en Geleerde Luijden. Delft. 1697.

Leeuwenhoek, A. van. Sevende Vervolg der Brieven, Waar in gehandelt werd, van veele Opmerkens en verwonderens-waardige Natuurs-Geheimen, Vervat in Veertig Brieven, waar van de meeste geschreven sijn aan de Wijd Vermaarde Koninklyke Societeit in Londen. Delft. 1702.

Leeuwenhoek, A. van. Send-Brieven, Zoo aan de Hoog Edele Heeren van de Koninklyke Societeit te Londen, Als aan andere Aansienelyke en Geleerde Lieden ... Delft. 1718.

Leeuwenhoek, A. a. Arcana Naturae Detecta. Editio Novissima, Auctior & Correctior. Lugduni Batavorum. 1722.

Leeuwenhoek, A. à. Opera Omnia, Seu Arcana Naturae, Ope Exactissimorum Microscopiorum Detecta, experimentis variis comprobata ... Editio Novissima ... Lugduni Batavorum. 1722.

Madaus, G. Lehrbuch der biologischen Heilmittel. 3 vols and register. Leipzig. 1938.

Maty, P. H. A General Index to the Philosophical Transactions, from the first to the end of the seventieth volume. London. 1787.

Meisenheimer, J. Geschlecht und Geschlechter im Tierreiche, vol. 1. Jena. 1921.

Meyen, F. J. F. Neues System der Pflanzenphysiologie. 3 vols. Berlin. 1837-1839.

Mitzmain, M. B. How a hungry flea feeds, in Entomological News, vol. 19. pp. 462-463. 1908.

Mitzmain, M. B. General observations on the bionomics of the rodent and human fleas, in Bulletin of the Public Health and Marine-Hospital Service (Washington), vol. 38, pp. 20-23. 1910.

Möbius, M. Marcellus Malpighi. Die Anatomie der Pflanzen. I. und II. Theil. London 1675 und 1679. Leipzig. 1901.

Molyneux, D. H. Feeding Behaviour of the Larval Rat Flea Nosopsyllus fasciatus Bosc, in Nature, Lond., vol. 215, p. 779. 1967.

Monoyer, A. Contribution à l'anatomie du genre Scirpus, in Archives de l'Institut botanique de l'Université de Liège, vol. 11 (3). 1934.

Montague, M. F. Ashley. Edward Tyson, M.D., F.R.S. 1650-1708 and the Rise of human and comparative Anatomy in England. Philadelphia. 1943.

Moufet, T. Insectorum sive minimorum Animalium Theatrum ... Londini. 1634.

Nieuw Nederlandsch Biografisch Woordenboek. 10 vols. Leiden. 1911-1937.

Oudemans, A. C. Aanteekeningen over Suctoria XXVII, in Entomologische Berichten, vol. 4, p. 148 *seq.* 1915.

Oudemans, A. C. Kritisch Historisch Overzicht der Acarologie, eerste gedeelte, 850 v. Chr. tot 1758, in Tijdschrift voor Entomologie, vol. 69, supplement. 1926.

Oudemans, J. Th. De Nederlandsche Insecten. Groningen. 1900.

Oudendijk, J. K. Willem III, Stadhouder van Holland, Koning van Engeland. Amsterdam. 1954.

Partington, J. R. A History of Chemistry. 4 vols. London, New York. 1961-1970.

Rabus, P. De Boekzaal van Europe. 17 vols. Rotterdam. 1692-1700.

Redi, F. Osservazioni intorno agli animali viventi che si trovano negli animali viventi. Firenze. 1684.

Redi, F. Opere di Francesco Redi. 9 vols. Milano. 1809-1811.

Reichenbach-Klinke, H. H. Krankheiten und Schädigungen der Fische. Stuttgart. 1966.

Reinders, E. & R. Prakken. Leerboek der Plantkunde. Omvattende in- en uitwendige morfologie en voortplanting van vaatplanten, afstammingshypothesen, karyologie. Amsterdam. 1964 (ed. 5).

Roesel von Rosenhof, A. J. Der monatlich-herausgegebenen Insecten-Belustigung ... 4 vols. Nürnberg. 1746-1761.

Rohault, J. Traité de Physique. Paris. 1671.

Rohen, J. W. Das Auge und seine Hilfsorgane, in Handbuch der mikroskopische Anatomie des Menschen, vol. 3 Haut und Sinnesorgane, part 4. Berlin, Göttingen, Heidelberg, New York. 1964.

Rothschild, M. *et al.* Jump of the oriental rat flea Xenopsylla cheopis (Roths.), in Nature, Lond., vol. 239, pp. 45-48. 1972.

Rotschuh, K. E. Physiologie, der Wandel ihrer Konzepte, Probleme und Methoden vom 16. bis 19. Jahrhundert. Freiburg, München. 1968.

Sands, M. The Gardens of Hampton Court. London. 1950.

Schierbeek, A. Leeuwenhoek en zijn globulentheorie, in Natuurwetenschappelijk Tijdschrift, vol. 21, no. 7, pp. 185-189. 1939.

Schierbeek, A. Antoni van Leeuwenhoek. Zijn leven en zijn werken. 2 vols. Lochem. 1950, 1951.

Schmidt, W. J. Die Bausteine des Tierkörpers in polarisiertem Lichte. Bonn. 1924.

Seters, W. H. van. Leeuwenhoeck's microscopen, praepareer- en observatiemethodes, in Nederlandsch Tijdschrift voor Geneeskunde, vol. 77, pp. 4571-4589. 1933.

Sharif, M. Effects of constant temperature on the development of the larvae and the pupae of the three Indian species of Xenopsylla, in Philosophical Transactions (B), vol. 223, pp. 581-633. 1949.

Sluiter, C. Ph. *et al.* De dierlijke parasieten van den mens. Amsterdam. 1953 (ed. 6).

Swammerdam, J. Historia Generalis Insectorum, ofte Algemeene Verhandeling van de Bloedeloose Dierkens ... Utrecht. 1669.

Theowald, B. Die Entwicklungsstadien der Tipuliden, insbesondere der west-palaearktischen Arten, in Tijdschrift voor Entomologie, vol. 100, pp. 195-308. 1957.

Theowald, B. Tweevleugelige insekten – Diptera IV, De nederlandse Langpootmuggen (Tipulidae), in Wetenschappelijke Mededelingen Koninklijke Nederlandse Natuurhistorische Vereniging, vol. 24. 1957.

Tyson, E. Lumbricus latus, or a Discourse read before the Royal Society of the Joynted Worm ..., in Philosophical Transactions, vol. 13, no. 146, pp. 113-144. 1683.

Valk, E. Genees-kundig Verhaal Van de Algemeene in zwang gegaan hebbende Loop-Ziekte, die te Kampen en In de Om-geleegene Streeken heeft gewoed, In 't Jaar 1736 ... Haarlem. 1745.

Van Tyne, J. & A. J. Berger. Fundamentals of Ornithology. New York. 1959.

Vandevelde, A. J. J. De Brieven 53 tot 75 van Antoni van Leeuwenhoek, 3e Bijdrage tot de Studie over de Werken van den Stichter der Micrographie, in Verslagen en Mededeelingen der Koninklijke Vlaamsche Academie voor Taal- en Letterkunde, pp. 1019-1056. 1922.

Vandevelde, A. J. J. De Brieven 76 tot 107 van Antoni van Leeuwenhoek. (4e Bijdrage tot de Studie over de Werken van den Stichter der Micrographie), in Verslagen en Mededeelingen der Koninklijke Vlaamsche Academie voor Taal- en Letterkunde, pp. 1093-1132. 1922.

Veendorp, H. & L. G. M. Baas Becking. Hortvs Academicvs Lvgdvno-Batavvs 1587-1937. Harlemi. 1938.

Waller, R. Observations in the Dissection of a Paroquet, made and Communicated to the Royal Society by Mr. Rich. Waller, in Philosophical Transactions, vol. 18, no. 211, pp. 153-157. 1694.

Weeks, M. E. Discovery of the Elements. Easton. 1956 (ed. 6).

Wenk, P. Der Kopf von Ctenocephalus canis (Curti), in Zoologische Jahrbücher, Anatomie, vol. 73, pp. 103-164. 1953.

Woordenboek der Nederlandsche Taal. 18 vols. 's-Gravenhage, Leiden. 1882-1958.

Zeeman, W. P. C. Van Leeuwenhoek en de oogheelkunde, in Alle de Brieven van Antoni van Leeuwenhoek, vol. 4, pp. 300-312. 1952.

LIJST VAN MEDEWERKERS

Naam en hoedanigheid	Afkorting [1]
A. Boom, chemicus, te Utrecht.	Boo.
Drs. R. Bootsma, dierenarts, Afdeling Ziektekunde, Bijzondere Dieren, van de Diergeneeskundige Faculteit van de Rijksuniversiteit te Utrecht.	Boot.
Drs. P. Brederoo, bioloog, Laboratorium voor Electronenmicroscopie van de Rijksuniversiteit te Leiden.	Bre.
Drs. J. Bruijn, historicus, Instituut voor Economie en Zeegeschiedenis van de Rijksuniversiteit te Leiden.	Bru.
Drs. N. Daan, bioloog, Rijksinstituut voor Visserijonderzoek te IJmuiden.	Daa.
Dr. B. C. Damsteegt, lector in de Nederlandse Taalkunde aan de Rijksuniversiteit te Leiden.	
Dr. C. L. Deelder, bioloog, Rijksinstituut voor Visserijonderzoek te IJmuiden.	D-r.
Mej. C. Dikshoorn, Engels vertaalster, te Zeist.	
Dr. J. ten Doesschate, hoogleraar in de Oogheelkunde aan de Rijksuniversiteit te Utrecht.	Doe.
Drs. W. N. Ellis, bioloog, Instituut voor Taxonomische Zoologie van de Gemeentelijke Universiteit van Amsterdam.	El.
Dr. G. L. van Eyndhoven, bioloog, Instituut voor Taxonomische Zoologie van de Gemeentelijke Universiteit van Amsterdam.	Ey.
Mevr. W. S. S. van der Feen-Van Benthem Jutting, biologe, Zoologisch Museum van de Gemeentelijke Universiteit van Amsterdam.	Fee.
Drs. H. Halbertsma, archeoloog, Rijksdienst voor het Oudheidkundig Bodemonderzoek te Amersfoort.	Hal.
Dr. L. van der Hammen, bioloog, Rijksmuseum van Natuurlijke Historie van de Rijksuniversiteit te Leiden.	Ham.
Drs. J. Heniger, bioloog, Biohistorisch Instituut van de Rijksuniversiteit te Utrecht.	
Dr. W. J. Kabos, bioloog, te Amsterdam.	Kab.
Dr. W. K. H. Karstens, oud-hoogleraar in de Algemene Plantkunde aan de Rijksuniversiteit te Leiden.	Ka.
Dr. ir. A. J. Kluyver †, hoogleraar in de Microbiologie aan de Technische Hogeschool te Delft.	K.
Dr. Th. van Leeuwen, bioloog, Instituut voor Taxonomische Zoologie van de Gemeentelijke Universiteit te Amsterdam.	L-n.
Dr. G. A. Lindeboom, hoogleraar in de Klinische Propedeuse, Encyclopedie der Medische Wetenschappen en Interne Geneeskunde van de Vrije Universiteit van Amsterdam.	Li.
W. P. Mantel, bioloog, Instituut voor Plantenziektenkundig Onderzoek van de Landbouwhogeschool te Wageningen.	Ma.
Drs. P. Meijers, dierenarts, Instituut voor Voedingsmiddelen van Dierlijke Oorsprong van de Rijksuniversiteit te Utrecht.	Meij.
Dr. H. Nicol †, oud-hoogleraar in de Landbouwscheikunde aan de Landbouwhogeschool van West-Schotland te Glasgow en in de Teelt van Landbouwgewassen en de Tuinbouw aan de Universiteit van Ghana; te Shoreham-by-Sea, Sussex.	
Dr. A. Punt, hoogleraar in de Dierfysiologie aan de Gemeentelijke Universiteit van Amsterdam.	Pu.

[1] De afkorting dient ter parafering der aantekeningen.

LIST OF CO-WORKERS

Name and quality	Abbreviation [1]
A. Boom, chemist at Utrecht.	Boo.
Drs R. Bootsma, veterinary surgeon, Department Pathology, Special Animals, of the State University of Utrecht.	Boot.
Drs P. Brederoo, biologist, Laboratory of Electron Microscopy of the State University of Leiden.	Bre.
Drs J. Bruijn, historian, Institute of Economics and Maritime History of the State University of Leiden.	Bru.
Drs N. Daan, biologist, State Institute of Fisheryresearch at IJmuiden.	Daa.
Dr B. C. Damsteegt, lecturer of Dutch Philology in the State University of Leiden.	
Dr C. L. Deelder, biologist, State Institute of Fisheryresearch at IJmuiden.	D-r.
Miss C. Dikshoorn, English translator at Zeist.	
Dr J. ten Doesschate, professor of Ophthalmology in the State University of Utrecht.	Doe.
Drs W. N. Ellis, biologist, Institute of Taxonomic Zoology of the Municipal University of Amsterdam.	El.
Dr G. L. van Eyndhoven, biologist, Institute of Taxonomic Zoology of the Municipal University of Amsterdam.	Ey.
Mrs W. S. S. van der Feen-Van Benthem Jutting, biologist, Zoological Museum of Amsterdam.	Fee.
Drs H. Halbertsma, archaeologist, State Institute of Archaeological Research at Amersfoort.	Hal.
Dr L. van der Hammen, biologist, State Museum of Natural History of the State University of Leiden.	Ham.
Drs J. Heniger, biologist, Biohistorical Institute of the State University of Utrecht.	
Dr W. J. Kabos, biologist at Amsterdam.	Kab.
Dr W. K. H. Karstens, emeritus professor of General Botany in the State University of Leiden.	Ka.
Dr Ir A. J. Kluyver †, professor of Microbiology in the Technical College of Delft.	K.
Dr Th. van Leeuwen, biologist, Institute of Taxonomic Zoology of the Municipal University of Amsterdam.	L-n.
Dr G. A. Lindeboom, professor of Clinical Propaedeutics, Encyclopaedia of Medical Sciences and Internal Medicine in the Free University of Amsterdam.	Li.
W. P. Mantel, biologist, Institute of Plant Pathology of the Agricultural College at Wageningen.	Ma.
Drs P. Meijers, veterinary surgeon, Institute for Hygiene and Food of Animal Origin of the State University of Utrecht.	Meij.
Dr H. Nicol †, emeritus professor of Agricultural Chemistry in the West of Scotland Agricultural College at Glasgow and emeritus professor of Crop Husbandry and Horticulture in the University of Ghana, at Shoreham-by-Sea, Sussex.	
Dr A. Punt, professor of Animal Physiology in the Municipal University of Amsterdam.	Pu.

[1]) Abbreviations are used for initialing the notes.

Naam en hoedanigheid	Afkorting
Dr. C. Romijn, hoogleraar in de Veterinaire Fysiologie aan de Rijksuniversiteit te Utrecht.	Ro.
B. J. van der Saag, archivist, Streekarchivariaat Zuid-West Utrecht te Benschop.	Sa.
Dr. J. Siegenbeek van Heukelom, fysicus, Dierfysiologisch Laboratorium van de Gemeentelijke Universiteit van Amsterdam.	
F. G. A. M. Smit, bioloog, Zoologisch Museum van het Brits Museum (Natuurlijke Historie) te Tring, Hertfordshire.	Sm.
Dr. P. Smit, lector in de Geschiedenis van de Biologie aan de Katholieke Universiteit te Nijmegen.	Smi.
Dr. J. W. van Spronsen, chemicus, Analytisch Chemisch Laboratorium van de Rijksuniversiteit te Utrecht.	Spr.
Drs. P. van der Star, fysicus, Rijksmuseum voor de Geschiedenis der Natuurwetenschappen te Leiden.	Star
Dr. J. J. Swart †, bioloog, te Schalkhaar.	Swt.
Dr. C. H. Talbot, medievalist, Wellcome Historical Medical Library te Londen.	
Dr. K. H. Voous, hoogleraar in de Systematiek en Zoogeografie aan de Vrije Universiteit van Amsterdam.	Voo.
Dr. K. C. Winkler, hoogleraar in de Besmettingsleer aan de Rijksuniversiteit te Utrecht.	Wi.
Dr. H. J. Zwart, hoogleraar in de Structurele Geologie aan de Rijksuniversiteit te Leiden.	Zw.

Name and quality	Abbreviation
Dr C. Romijn, professor of Veterinary Physiology in the State University of Utrecht.	Ro.
B. J. van der Saag, archivist, Regional Archives South-West Utrecht at Benschop.	Sa.
Dr J. Siegenbeek van Heukelom, physicist, Laboratory for Animal Physiology of the Municipal University of Amsterdam.	
F. G. A. M. Smit, biologist, Zoological Museum of the British Museum (Natural History) at Tring, Hertfordshire.	Sm.
Dr P. Smit, lecturer of the History of Biology in the Catholic University of Nimwegen.	Smi.
Dr J. W. van Spronsen, chemist, Laboratory for Analytical Chemistry of the State University of Utrecht.	Spr.
Drs P. van der Star, physicist, State Museum for the History of Sciences at Leiden.	Star
Dr J. J. Swart †, biologist at Schalkhaar.	Swt.
Dr C. H. Talbot, medievalist, Wellcome Historical Medical Library at London.	
Dr K. H. Voous, professor of Systematics and Zoogeography in the Free University of Amsterdam.	Voo.
Dr K. C. Winkler, professor of Infective Diseases in the State University of Utrecht.	Wi.
Dr H. J. Zwart, professor of Structural Geology in the State University of Leiden.	Zw.

MATEN EN GEWICHTEN DOOR LEEUWENHOEK GEBRUIKT

TABEL [1])

Lengtematen.

Mijl	7,4074 km
Rijnlandsche roede	3,767 m
Rijnlandsche voet	31,4 cm
Duijm	2,61 cm
Nagel van ons hant	1,5—2 cm
Groff sant	870 μ
Gemeen sant	400 μ
Santge	100—260 μ
Verckens hair	172—294 μ
Paardenhaar	125 μ
Hair uijt mijn baert	100 μ
Hair van ons hooft	60—80 μ
Hair van mijn paruijck	43 μ
Hairtge van een schaep	25—30 μ
Hair van een luijs	3—9 μ
Hairtge van een miter	1—3 μ
Oog van een watervloo	200 μ
Oog van een luijs	50—60 μ
Sijdwormdraatgen	8 bij 16 μ
„Root clootgen van het bloet" of „globule die het bloet root maeckt" (erythrocyt)	7,2 μ middellijn
Kleijnste diertgens in peperwater (bacteriën)	2—3 μ

Oppervlaktematen.

Mijl vierkante	54,264456 km^2
Duijm vierkante	6,81 cm^2
Gemeen sant	0,16 mm^2

Inhoudsmaten.

Schagt	4,45 m^3
Rijnlantse cubicq voet	0,03 m^3
Rijnlantse cubicq duijm	0,00001778 m^3
Voeder	900 l.
Toelast	500 l.
Sivijlsche pijpe	435 l.
Vat	380 l.
Bordeaus oxhoofd	220 l.
Aam	150 l.
Viertel	7,5 l.
Stoop	2,3 —2,5 l.
Pint	0,35—0,9 l.
Geerstgreijntge	2 mm middellijn.
Groff sant	0,659 mm^3
Gemeen sant	0,064 mm^3
Santge	0,01—0,018 mm^3

Gewichtsmaten.

Pont	475 g
Once	30 g
Engels	1,5 g
Greijn	65 mg
Aes	47 mg

[1]) Zie voor de toelichting: *Alle de Brieven,* Dl. 1, blz. 378 e.v..

WEIGHTS AND MEASURES USED BY LEEUWENHOEK

TABLE [1])

Linear measures.

Mile	7,4074 km
Rhineland rod	3,767 m
Rhineland foot	31,4 cm
Inch	2,61 cm
A nail of our hand	1,5—2 cm
A coarse grain of sand	870 μ
A common sand	400 μ
A fine grain of sand	100—260 μ
Hair of a pig	172—294 μ
Hair of a horse	125 μ
A hair from my beard	100 μ
A hair from our head	60—80 μ
A hair from my wig	43 μ
A hair of a sheep	25—30 μ
The hair of a louse	3—9 μ
The hair of a cheese-mite	1—3 μ
The eye of a water-flea	200 μ
The eye of a louse	50—60 μ
A thread from the cocoon of a silkworm	8 by 16 μ
A red globule of the blood (erythrocyte)	7,2 μ diameter
The smallest animals in pepper-water (bacteria)	2—3 μ

Measures of surface.

A square mile	54,264456 km²
A square inch	6,81 cm²
A common sand	0,16 mm²

Measures of capacity.

A shipload of sand	4,45 m³
A cubic Rhineland foot	0,03 m³
A cubic Rhineland inch	0,00001778 m³
A cartload of wine	900 l.
A „toelast" of wine	500 l.
A Sevilla pipe	435 l.
A tun of wine	380 l
A Bordeaux hogshead	220 l.
An „aam"	150 l.
A quarter	7,5 l.
A stoup	2,3 —2,5 l.
A pint	0,35—0,9 l.
A millet-seed	diameter 2 mm
A coarse grain of sand	0,659 mm³
A common sand	0,064 mm³
A fine grain of sand	0,01—0,018 mm³

Weights.

Pound	475 g
Ounce	30 g
„Engels"	1,5 g
Grain	65 mg
„Ace"	47 mg

[1]) See *Collected Letters*, Vol. 1, p. 379 sqq. for the elucidatory.

BIOGRAFISCH REGISTER [1])

*ARISTOTELES (384-322 v. Chr.). Zie Biografisch Register Dl. 2, blz. 434.

*BACON, FRANCIS (1561-1626). Zie Biografisch Register Dl. 5, blz. 406.

*BIRCH, THOMAS (1705-1766). Zie Biografisch Register Dl. 2, blz. 436.

*BLANKAART, STEVEN (1650-1702). Zie Biografisch Register Dl. 2, blz. 436.

*BONOMO, GIOVAN COSIMO (1663-1696).
Overleden op 23 januari 1696 te Florence; zoon van de Franse apotheker STEFANO BONOMO. Aanvankelijk scheepsarts te Livorno, later, 1691-1696, lijfarts van ANNA LUDOVICA, de dochter van groothertog COSIMO III van Toscane, gehuwd met keurvorst JOHANN WILHELM van de Pfalz, in Neuburg en Düsseldorf. Hij herkende tijdens zijn verblijf te Livorno, samen met de apotheker en natuuronderzoeker DIACINTO CESTONI, schurft als een infectie van de parasitaire mijt *Sarcoptes scabiei* (de Geer). Deze ontdekking deelde BONOMO mede aan zijn mentor FRANCESCO REDI in een brief van 20 juni 1687, waarna REDI deze brief publiceerde onder de titel *Osservazioni intorno a'pellicelli del corpo vmano fatte dal dottor Gio: Cosimo Bonomo* ... (Firenze, 1687).
Literatuur: R. FRIEDMAN 1937: *Giovan Cosimo Bonomi* ..., in *Medical Life*, Dl. 44, No. 1 (Bonomo Number), *passim*.

*BOYLE, ROBERT (1627-1691). Zie Biografisch Register Dl. 1, blz. 396.

*BRAND, HENNIG (????-????). Zie Biografisch Register Dl. 2, blz. 440.

*BRANDENBURG, FRIEDRICH WILHELM VAN (1620-1688). Zie Biografisch Register Dl. 7, blz. 398.

CRANEN, THEODORUS (1620-1690). Zie Biografisch Register Dl. 2, blz. 442-444.

*DESCARTES, RENÉ (1596-1650). Zie Biografisch Register Dl. 1, blz. 396.

*FRIEDRICH WILHELM, keurvorst van Brandenburg. Zie BRANDENBURG, FRIEDRICH WILHELM VAN.

GARDEN, GEORGE. Zie Biografisch Register Dl. 10.

*GREW, NEHEMIAH (1641-1712). Zie Biografisch Register Dl. 2, blz. 450.

*GRINDL, JOHANNES FRANCISCUS (????-????). Zie Biografisch Register Dl. 7, blz. 400.

*HAM, JOHAN (plm. 1651- na 1723). Zie Biografisch Register Dl. 2, blz. 450.

HOOKE, ROBERT (1635-1703). Zie Biografisch Register Dl. 1, blz. 402.

*HOTTON, PIETER (1648-1709).
Geboren op 18 juni 1648 te Amsterdam, overleden op 10 januari 1709 te Leiden na een beroerte; zoon van GODFRIED HOTTON, predikant van de Waalse Gemeente te Amsterdam, en ANNA MARIA ROS. Hij studeerde medicijnen te Leiden en promoveerde daar in 1672. Teruggekeerd in zijn geboortestad vestigde hij zich als arts. Toen de Duitse arts en botanicus PAUL HERMANN (1646-1695), die op Ceylon verbleef, in 1679 de benoeming van hoogleraar in de plantkunde aan de Leidse universiteit aanvaardde, nam HOTTON tijdelijk het professoraat waar (1679-1680) in afwachting van de aankomst van HERMANN in Leiden. In 1692 werd hij benoemd tot botanicus van de Amsterdamse Stadstuin als opvolger van JAN COMMELIN, maar hij verwisselde deze betrekking in 1695 voor het Leidse professoraat in de plantkunde na de dood van HERMANN. Behalve zijn inaugurele rede, *De Historia Plantarum* (Lugduni Batavorum, 1695), publiceerde hij bovendien nog twee artikelen in de Philosophical Transactions.
Literatuur: H. BOERHAAVE 1720: *Horti Brevis Historia*, in *Index Alter Plantarum* ..., blz. (32)-(33); J. P. DE BIE & J. LOOSJES 1931: *Biographisch Woordenboek van Protestantsche Godgeleerden in Nederland*, Dl. 4, blz. 324-325; *Gedenkboek van het Athenaeum en de Universiteit van Amsterdam* 1632-1932 (1932), blz. 605;

---

[1]) Met een sterretje zijn de namen van de personen aangeduid die niet door LEEUWENHOEK of zijn correspondenten zijn genoemd, doch in de aantekeningen voorkomen.

BIOGRAPHICAL REGISTER [1]

*ARISTOTLE (384-322 b.C.), See Biographical Register Vol. 2, p. 435.

*BACON, FRANCIS (1561-1626). See Biographical Register Vol. 5, p. 407.

*BIRCH, THOMAS (1705-1766). See Biographical Register Vol. 2, p. 437.

*BLANKAART, STEVEN (1650-1702). See Biographical Register Vol. 2, p. 437.

*BONOMO, GIOVAN COSIMO (1663-1696).
Died on 23 January 1696 at Florence; son of the French apothecary STEFANO BONOMO. At first he was a ship's surgeon at Leghorn, later (1691-1696) he was personal physician at Neuburg and Dusseldorf to ANNA LUDOVICA, daughter of COSIMO III, Grand Duke of Tuscany, who was married to JOHANN WILHELM, Elector of the Palatinate. During his stay at Leghorn he recognized, together with DIACINTO CESTONI, apothecary and naturalist, that scabies is an infection caused by the parasitic mite *Sarcoptes scabiei* (De Geer). BONOMO informed his mentor FRANCESCO REDI of this discovery in a letter of 20 June 1687, upon which REDI published this letter under the title *Osservazioni intorno a'pellicelli del corpo vmano fatte dal dottor Gio: Cosimo Bonomo* ... (Firenze, 1687).
References: R. FRIEDMAN 1937: *Giovan Cosimo Bonomo* ..., in *Medical Life*, Vol. 44, No. 1 (Bonomo Number), *passim.*

*BOYLE, ROBERT (1627-1691). See Biographical Register Vol. 1, p. 397.

*BRAND, HENNIG (????-????). See Biographical Register Vol 2, p. 441.

*BRANDENBURG, FRIEDRICH WILHELM VON (1620-1688). See Biographical Register Vol. 7, p. 399.

CRANEN, THEODORUS (1620-1690). See Biographical Register Vol. 2, pp. 443-445.

*DESCARTES, RENÉ (1596-1650). See Biographical Register Vol. 1, p. 397.

*FRIEDRICH WILHELM, Elector of Brandenburg. See BRANDENBURG, FRIEDRICH WILHELM VON.

GARDEN, GEORGE. See Biographical Register Vol. 10.

*GREW, NEHEMIAH (1641-1712). See Biographical Register Vol. 2, p. 451.

*GRINDL, JOHANNES FRANCISCUS (????-????). See Biographical Register Vol. 7, p. 401.

*HAM, JOHAN (circa 1651- after 1723). See Biographical Register Vol. 2, p. 451.

HOOKE, ROBERT (1635-1703). See Biographical Register Vol. 1, p. 403.

*HOTTON, PIETER (1648-1709).
Born on 18 June 1648 at Amsterdam, died on 10 January 1709 at Leyden after a stroke. Son of GODFRIED HOTTON, clergyman of the Walloon Church at Amsterdam, and ANNA MARIA ROS. He studied medicine at Leyden and took his degree there in 1672. He returned to his native town, where he set up as a physician. When the German physician and botanist PAUL HERMANN (1646-1695), who was staying in Ceylon, in 1679 accepted an appointment as a professor of botany at Leyden University, HOTTON temporarily filled the place (1679-1680), pending HERMANN's arrival at Leyden. In 1692 he was appointed botanist of the Amsterdam Botanical Garden as successor to JAN COMMELIN, but he exchanged this post in 1695 for the Leyden chair of botany after HERMANN's death. Besides his inaugural address, *De Historia Plantarum* (Lugduni Batavorum, 1695) he also published two papers in the Philosophical Transactions.
References: H. BOERHAAVE 1720: *Horti Brevis Historia*, in *Index Alter Plantarum* ..., pp. (32)-(33); J. P. DE BIE & J. LOOSJES 1931: *Biographisch Woordenboek van Protestantsche Godgeleerden in Nederland*, Vol. 4, pp. 324-325; *Gedenkboek van het Athenaeum en de Universiteit van Amsterdam 1632-1932* (1932),

[1]) Names of persons not mentioned by LEEUWENHOEK or his correspondents, but to be found in the notes, are marked with an asterisk.

H. Veendorp & L. G. M. Baas Becking 1938: *Hortvs Academicvs Lvgdvno Batavvs 1587-1937*, blz. 83, 95-96.

*Hutton, John (????-1712).
Promoveerde in de geneeskunde te Padua en in 1695 te Oxford. Sinds 1688 was hij eerste lijfarts van stadhouder-koning Willem III en na diens dood ook van koningin Anna van Engeland. In 1690 werd hij lid van het Royal College of Physicians en in 1697 van de Royal Society.
Literatuur: *The Dictionary of National Biography*, Dl. 10 (1921-1922), blz. 356.

Huygens, Christiaan (1629-1695). Zie Biografisch Register Dl. 1, blz. 402.

Huygens, Constantijn (1596-1687). Zie Biografisch Register Dl. 1, blz. 404.

Kircher, Athanasius (1602-1680). Zie Biografisch Register Dl. 2, blz. 458.

*Kraft, Johann Daniel (1624-1697).
Geboren in 1624 te Miltenberg, Frankenland, overleden in 1697 te Amsterdam. Een Duitse arts met veel belangstelling voor chemie en handelsprojecten. Hij vond een methode uit voor het blazen van flessen in koperen moedervormen en speelde een rol in de ontdekking van fosfor. Na vele reizen vestigde hij zich tenslotte in Amsterdam, waar hij in kommervolle omstandigheden overleed.
Literatuur: J. R. Partington 1961: *A History of Chemistry*, Dl. 2, blz. 369, 371-372.

*Kunckel, Johann (1630 of 1638-1703).
Geboren in 1630 of 1638 te Hütten bij Rendsberg, Sleeswijk-Holstein, overleden op 20 maart 1703 vermoedelijk te Stockholm; zoon van de hofchemicus van hertog Frederik van Holstein. Als apotheker hield hij zich voornamelijk bezig met de chemie, hoewel hij zich niet kon losmaken van de heersende opvattingen over de steen der wijzen en het maken van goud. Hij was eerst hofapotheker van de hertogen van Lauenburg (1658 of 1659) en directeur van het chemisch laboratorium van keurvorst Johann Georg II van Saksen (plm. 1667). In 1676 of 1677 werd hij lector in de chemie aan de universiteit van Wittenberg, waar hij de methode van het maken van fosfor ontdekte. Daarna was hij directeur van het zg. Goudhuis van keurvorst Friedrich Wilhelm van Brandenburg, 1679-1688. In 1689 trad hij in dienst van koning Karel xi van Zweden, die hem in 1693 in de adelstand verhief. Zijn belangrijkste onderzoekingen verrichtte hij op het gebied van fosfor en glas (*Ars Vitraria Experimentalis*, Frankfurt-Leipzig, 1679).
Literatuur: *Allgemeine Deutsche Biographie*, Dl. 17 (1883), blz. 376-377; F. Ferchl-Mittenwald 1937: *Chemisch-Pharmazeutisches Bio- und Bibliographikon*, blz. 287-288; J. R. Partington 1961: *A History of Chemistry*, Dl. 2, blz. 361-372.

*Leeuwen, Claes Jansz. van (????-1671). Zie Biografisch Register Dl. 1, blz. 404.

Leeuwen, Philips van (1667-1713).
Gedoopt op 1 juni 1667 te Rotterdam (doopgetuige o.a. Antoni van Leeuwenhoek), overleden op 26 april 1713 te Rotterdam; zoon van Claes Jansz. van Leeuwen (overleden 1671) en Catharina van Leeuwenhoek (1637-1708), een zuster van Antoni. Philips huwde op 11 april 1689 te Rotterdam de Doopsgezinde Margareta Verdonck, geboortig van Rotterdam en overleden op 24 oktober 1722 te Rotterdam; hij ging zelf op 2 augustus 1693 over tot de Doopsgezinde Gemeente, waarvan hij in 1698 en 1699 diaken was. Hij was koopman met relaties met Hamburg en Londen. Op 14 juli 1698 kocht hij een huis met pakhuis aan de noordzijde van de Wijnhaven te Rotterdam, waar hij gedurende de rest van zijn leven woonde. Hij had minstens vier kinderen – Margareta, Catharina, Jacobus en Nicolaas – van wie de eerste drie genoemd worden als medeërfgenamen in de testamenten van Antoni van Leeuwenhoek en diens dochter Maria in 1719 en 1721.
Bronnen: Gemeente Archief Rotterdam, Indices op de Doop-, Trouw- en Begraafboeken; *idem*, Archief Doopsgezinde Gemeente, nos. 68, 81 en 83; *idem*, Notariële protocollen Philips Basteels, no. 969, blz. 585-586, 948-951 en 1128-1130.
Literatuur: P. Beydals 1933: *Twee testamenten van Antoni van Leeuwenhoek*, in *Ned. Tijdschr. voor Geneesk.*, Jrg. 77, blz. 1021-1033; *Alle de Brieven*, Dl. 1, blz. 404; A. Schierbeek 1950: *Antoni van Leeuwenhoek ...*, Dl. 1, blz. 87.

*Leeuwenhoek, Catharina van (1637-1708). Zie Leeuwen, Philips van, en Biografisch Register Dl. 1, blz. 404.

*Lower, Richard (1631-1691). Zie Biografisch Register Dl. 3, blz. 490.

*Magliabechi, Antonio (1633-1714). Zie Biografisch Register Dl. 6, blz. 390.

p. 605; H. Veendorp & L. G. M. Baas Becking 1938: *Hortvs Academicvs Lvgdvno Batavvs 1587-1937 ...*, pp. 83, 95-96.

*Hutton, John (????-1712).
He was awarded the M.D. at Padua and in 1695 at Oxford. From 1688 he was the first personal physician of William III, the Stadtholder-King, and after the latter's death also of Queen Anne. In 1690 he became a Fellow of the Royal College of Physicians and in 1697 he was elected a F.R.S.
References: *The Dictionary of National Biography*, Vol. 10 (1921-1922), p. 356.

Huygens, Christiaan (1629-1695). See Biographical Register Vol. 1, p. 403.

Huygens, Constantijn (1596-1687). See Biographical Register Vol. 1, p. 405.

Kircher, Athanasius (1602-1680). See Biographical Register Vol. 2, p. 459.

*Kraft, Johann Daniel (1624-1697).
Born in 1624 at Miltenberg, Franconia; died in 1697 at Amsterdam. A German physician greatly interested in chemistry and commercial projects. He invented a method for blowing bottles in brass matrices and played a part in the discovery of phosphorus. After a good deal of travelling he finally settled at Amsterdam, where he died in distressed circumstances.
References: J. R. Partington 1961: *A History of Chemistry*, Vol. 2, pp. 369, 371-372.

*Kunckel, Johann (1630 or 1638-1703).
Born in 1630 or 1638 at Hütten near Rendsberg, Schleswig-Holstein, died on 20 March 1703, probably at Stockholm; son of the court chemist of Friedrich, Duke of Holstein. As an apothecary he occupied himself principally with chemistry, although he was unable to break away from the prevalent conceptions of the philosophers' stone and gold-making. He was first court apothecary to the dukes of Lauenburg (1658 or 1659) and director of the chemical laboratory of Johann Georg II, Elector of Saxony (about 1667). In 1676 or 1677 he was appointed lecturer in chemistry at Wittenberg University, where he discovered the method for making phosphorus. Subsequently he was director of the so-called Gold House Annaburg of Friedrich Wilhelm, Elector of Brandenburg, 1679-1688. In 1689 he entered the service of King Charles XI of Sweden, who raised him to the peerage in 1693. His most important researches were made in the field of phosphorus and glass (*Ars Vitraria Experimentalis*, Frankfurt-Leipzig, 1679).
References: *Allgemeine Deutsche Biographie*, Vol. 17 (1883), pp. 376-377; F. Ferchl-Mittenwald 1937: *Chemisch-Pharmazeutisches Bio- und Bibliographikon*, pp. 287-288; J. R. Partington 1961: *A History of Chemistry*, Vol. 2, pp. 361-372.

*Leeuwen, Claes Jansz. van (????-1671). See Biographical Register Vol. 1, p. 405.

Leeuwen, Philips van (1667-1713).
Christened on 1 June 1667 at Rotterdam (one of the sponsors was Antoni van Leeuwenhoek); he died on 26 April 1713 at Rotterdam. He was the son of Claes Jansz. van Leeuwen (died in 1671) and Catharina van Leeuwenhoek (1637-1708), a sister of Antoni van Leeuwenhoek. On 11 April 1689, at Rotterdam, Philips married Margareta Verdonck, a Mennonite who was born at Rotterdam and died on 24 October 1722 at Rotterdam; on 2 August 1693 he himself changed over to the Mennonite Church, in which he was a deacon in 1698 and 1699. He was a merchant and maintained commercial relations with Hamburg and London. On 14 July 1698 he bought a house with a warehouse on the north side of the Wijnhaven at Rotterdam, where he lived during the rest of his life. He had at least four children – Margareta, Catharina, Jacobus, and Nicolaas – the first three of whom are mentioned as co-heirs in the last wills of Antoni van Leeuwenhoek and his daugther Maria in 1719 and 1721.
Sources: Municipal Records of Rotterdam: Indices to the baptismal, marriage, and funeral registers; *ibidem*, Records of the Mennonite Church, Nos 68, 81, and 83; *ibidem*, Notarial Protocols of Philips Basteels, No. 969, pp. 585-586, 948-951, and 1128-1130.
References: P. Beydals 1933: *Twee testamenten van Antoni van Leeuwenhoek*, in *Ned. Tijdschr. voor Geneesk.*, Vol. 77, pp. 1021-1033; *Collected Letters*, Vol. 1, p. 405; A. Schierbeek 1950: *Antoni van Leeuwenhoek ...*, Vol. 1, p. 87.

*Leeuwenhoek, Catharina van (1637-1708). See Leeuwen, Philips van, and Biographical Register Vol. 1, p. 405.

*Lower, Richard (1631-1691). See Biographical Register Vol. 3, p. 491.

*Magliabechi, Antonio (1633-1714). See Biographical Register Vol. 6, p. 391.

*Malpighi, Marcello (1628-1694). Zie Biografisch Register Dl. 1, blz. 406-408.

Maria II, Koningin van Groot-Brittannië (1662-1695).
Dochter van koning James II en diens eerste vrouw Anne Hyde. Zij kreeg een protestante opvoeding van Henry Compton, bisschop van Londen, een bekende beschermer van de Engelse plantkunde. In 1677 trad zij in het huwelijk met haar neef Willem III (1650-1702), prins van Oranje, stadhouder van Holland, enz. Na de Glorious Revolution (1688) stak zij in februari 1689 over naar Engeland. Op 11 april van dat jaar werden zij en Willem III in Londen gekroond. Zij had veel belangstelling voor plantkunde, getuige haar aandeel in de aanleg van de tuinen van Hampton Court en Kensington en haar botanische collecties.
Literatuur: *Dictionary of National Biography*, Dl. 12 (1921-1922), blz. 1239-1250; N. Japikse 1933: *Prins Willem III de Stadhouder-Koning*, Dl. 2, blz. 277; M. Sands 1950: *The Gardens of Hampton Court*, blz. 143-154; J. K. Oudendijk 1954: *Willem III, Stadhouder van Holland, Koning van Engeland*, blz. 276 *seq.*

Rabus, Pieter (1660-1702).
Geboren op 12 december 1660 te Rotterdam en overleden aldaar op 13 januari 1702. Hoewel hij in het rampjaar 1672 zijn studie aan de Latijnse of Erasmiaanse school voortijdig moest beëindigen, bekwaamde hij zich onder leiding van Joachim Oudaen met zoveel succes in het Latijn en Grieks, dat hij in 1681 als praeceptor aan de Erasmiaanse school kon worden benoemd. In 1684 werd hij aangesteld tot notaris, voor welk ambt hij zich jarenlang in de praktijk had voorbereid. Als dichter van vooral godsdienstige en gelegenheidspoëzie en als vertaler van klassieke auteurs en van Erasmus' *Colloquia* en Chr. Huygens' *Kosmotheoros* stond hij in contact met menige geleerde en letterkundige tijdgenoot. Zijn grootste bekendheid verwierf Rabus als auteur van de *Boekzaal van Europe* (1692-1700; vanaf 1701 onder de titel *Tweemaandelijkse Uittreksels*). In dit Nederlandstalige tijdschrift informeerde Rabus de lezer, in navolging van de *Nouvelles de la République des Lettres* van Pierre Bayle (1684-1687), over wat er op wijsgerig, politiek, theologisch, literair en natuurwetenschappelijk gebied werd gepubliceerd. De nadruk lag vooral op theologische en filosofische werken. Van de besproken natuurwetenschappelijke publicaties was het merendeel gewijd aan de geneeskunde, terwijl van de overige werken uit deze categorie Antoni van Leeuwenhoek een belangrijke plaats innam.
Literatuur: *Nieuw Nederlandsch Biografisch Woordenboek*, Dl. 9 (1933), kol. 831-833; J. B. Kan 1876: *Geschiedenis van het Erasmiaansch Gymnasium*, blz. 46 e.v. [Sa.]

*Redi, Francesco (1626-1697). Zie Biografisch Register Dl. 1, blz. 412.

Stuart, Maria. Zie Maria II, Koningin van Groot-Brittannië.

*Swammerdam, Jan (1637-1680). Zie Biografisch Register Dl. 1, blz. 414-416.

*Tyson, Edward (1651-1708).
Geboren op 20 januari 1650/1 O.S. te Bristol, overleden op 1 augustus 1708 O.S.; zoon van Edward Tyson, burgemeester van Bristol in 1659 en 1660, en Margaret Foley. Hij studeerde sinds 1667 aan de universiteit van Oxford (Magdalen Hall), waar hij achtereenvolgens de graden van Bachelor of Arts (1670), Master of Arts (1673) en Bachelor in the Faculty of Physick (1677) behaalde. Reeds in zijn studententijd verwierf Tyson bekendheid als anatoom en botanicus. In 1677 vestigde hij zich in Londen. Vanaf 1678 publiceerde hij vele artikelen in de Philosophical Transactions over uiteenlopende anatomische onderwerpen. In 1679 werd hij tot lid van de Royal Society gekozen. Hij promoveerde in 1680 tot doctor in de geneeskunde aan de universiteit van Cambridge. In 1683 werd hij ook lid van het Royal College of Physicians te Londen. Met zijn werk over *Phocaena, or the Anatomy of a Porpess* (London, 1680) legde hij in Engeland de grondslag van de vergelijkende anatomie der dieren. Samen met Robert Hooke ondernam hij de uitgave van de Engelse vertaling van Swammerdam's *Ephemeri Vita* (London, 1681), waartoe Tyson het voorwoord schreef. In 1683 werd hij benoemd tot curator en prosector van de anatomie van de Royal Society en een jaar later tot lector van de anatomie in de Chirurgeon's Hall, 1684-1699. Sindsdien werd Tyson beschouwd als de meest vooraanstaande Engelse anatoom van zijn tijd. Hij ontdekte de zgn. klieren van Tyson in de penis. Zijn anatomische werken bereikten een hoogtepunt in zijn monografie over de chimpansee (!), *Orang-Outang, sive Homo Sylvestris: or the Anatomy of a Pygmie* (London, 1699). Van 1684 tot aan zijn dood in 1708 was hij directeur van het Bethlehem and Bridewell Hospital in Londen.
Literatuur: M. F. Ashley Montagu 1943: *Edward Tyson, M.D., F.R.S. 1650-1708 ..., passim.*

*Verkolje, Johannes (1650-1693). Zie Biografisch Register Dl. 6, blz. 394.

Waller, Richard (plm. 1650-1715). Zie Biografisch Register Dl. 8, blz. 356.

*Willem III, Stadhouder-Koning (1650-1702). Zie Biografisch Register Dl. 3, blz. 508.

*Malpighi, Marcello (1628-1694). See Biographical Register Vol. 1, pp. 407-409.

Mary II, Queen of Great Britain (1662-1695).
Daughter of King James II and his first wife Anne Hyde. She received a Protestant education from Henry Compton, Bishop of London, a well-known patron of English botany. In 1677 she married her cousin William III (1650-1702), Prince of Orange, Stadtholder of Holland, etc. After the Glorious Revolution (1688) she crossed to England in February 1689. On 11 April of that year she and William III were crowned in London. She was greatly interested in botany, as witness her share in the laying-out of the gardens of Hampton Court and Kensington and her botanical collections.
References: *Dictionary of National Biography*, Vol. 12 (1921-1922), pp. 1239-1250; N. Japikse 1933: *Prins Willem III de Stadhouder-Koning*, Vol. 2, p. 277; M. Sands 1950: *The Gardens of Hampton Court*, pp. 143-154; J. K. Oudendijk 1954: *Willem III, Stadhouder van Holland, Koning van Engeland*, pp. 276 *et seq.*

Rabus, Pieter (1660-1702).
Born on 12 December 1660 at Rotterdam and died there on 13 January 1702. Although he had to terminate his studies at the Latin or Erasmian School prematurely in the disastrous year 1672, he trained so successfully in Latin and Greek under the guidance of Joachim Oudaen that in 1681 he could be appointed a preceptor at the Erasmian School. In 1684 he was appointed as a notary public, an office for which he had prepared himself for many years in practice. As a poet especially of religious and occasional poetry and as a translator of classical authors and of the *Colloquia* of Erasmus and the *Kosmotheoros* of Chr. Huygens he was in touch with many scholars and literary men among his contemporaries. Rabus gained his greatest fame as author of the *Boekzaal van Europe* (1692-1700; from 1701 onwards under the title of *Tweemaandelijkse Uittreksels*). In this journal published in the Dutch language Rabus, imitating the *Nouvelles de la République des Lettres* of Pierre Bayle (1684-1687), informed the readers of publications in the fields of philosophy, politics, theology, literature, and natural science. The emphasis was particularly on theological and philosophical works. The majority of the scientific works discussed were devoted to medicine, while among the other works of this category those of Antoni van Leeuwenhoek occupied an important place.
References: *Nieuw Nederlandsch Biografisch Woordenboek*, Vol. 9 (1933), cols. 831-833; J. B. Kan 1876: *Geschiedenis van het Erasmiaansch Gymnasium*, pp. 46 *et seq.* [Sa.]

*Redi, Francesco (1626-1697). See Biographical Register Vol. 1, p. 413.

Stuart, Mary. See Mary II, Queen of Great Britain.

*Swammerdam, Jan (1637-1680). See Biographical Register Vol. 1, pp. 415-417.

*Tyson, Edward (1651-1708).
Born on 20 January 1650/1 O.S. at Bristol, died on 1 August 1708 O.S.; son of Edward Tyson, mayor of Bristol in 1659 and 1660, and Margaret Foley. From 1667 he studied at Oxford University (Magdalen Hall), where he took successively the degrees of B.A. (1670), M.A. (1673), and Bachelor in the Faculty of Physick (1677). Already in his college days Tyson gained a reputation as an anatomist and a botanist. In 1677 he settled in London. From 1678 he published many articles in the Philosophical Transactions on varied anatomical subjects. In 1679 he was elected a F.R.S. He was awarded the M.D. in 1680 at Cambridge University. In 1683 he also became a Fellow of the Royal College of Physicians in London. With his work on *Phocaena, or the Anatomy of a Porpess* (London, 1680) he laid the foundations of comparative animal anatomy in England. Together with Robert Hooke he undertook to edit the English translation of Swammerdam's *Ephemeri Vita* (London, 1681), for which Tyson wrote the preface. In 1683 he was appointed curator and demonstrator of anatomy of the Royal Society and one year later a lecturer on anatomy in Chirurgeon's Hall, 1684-1699. Ever since, Tyson has been looked upon as the leading English anatomist of his age. He discovered the so-called Tyson's glands in the penis. His anatomical works culminated in his monograph on the chimpanzee (!): *Orang-Outang, sive Homo Sylvestris: or, the Anatomy of a Pygmie* (London, 1699). From 1684 until his death, in 1708, he was superintendent of Bethlehem and Bridewell Hospital in London.
References: M. F. Ashley Montagu 1943: *Edward Tyson, M.D., F.R.S. 1650-1708 ..., passim.*

*Verkolje, Johannes (1650-1693). See Biographical Register Vol. 6, p. 395.

Waller, Richard (circa 1650-1715). See Biographical Register Vol. 8, p. 357.

*William III, Stadtholder-King (1650-1702). See Biographical Register Vol. 3, p. 509.

ZAAK- EN NAAMREGISTER [1]

A.

Aal. Zie: Paling.
Aalbes, zaad 30.
*Aalkijker 178.
*Aalmoeder 148.
Aalvanger 154.
Aalverkopers 148.
*Aar. Zie: *Gras.
*Aarsmade 340.
*darmkanaal 338.
kinderen 328, 336-338.
mond 338.
Abeel 56, 82.
hout 106.
**Abramis brama* 334.
**Acanthocephala*, paling 328.
**Acanthocephalus* 338.
**Acanthocephalus anguillae* 152.
*kop 326, 330.
**Acarina* 288.
**Acarus siro* 300.
**Acrididae* 286.
*Acta Eruditorum 198.
*Actinenchym, bies 94, 104.
Aderen 18, 24, 46.
kalf 18.
mispelsteen 126.
vlo 246.
Zie ook: Vaten, Wiek.
*Adulti, mijt 300, 310.
*Aedeagus, vlo 242.
**Aeschnidae* 50.
Afschutsels, bies 94-96, 100-102.
**Agrionidae* 50.
**Amazona amazonica* 208.
ochrocephala 208.
Amber. Zie: *Barnsteen.
*Ambulacrum, mijt 306.
**Ammodytes lancea* 340.
*Anaal segment, vlo 242.
*Anaalspleet, mijt 304.
*Anale naschuivers, vlo 222.
*Anale styletten, vlo 242-244.
Anatomicus 168.
Anatomie, hout 70.
*langpootmug 284.
Angel, luis 292-294.
vlo 232-234.
**Anguilla anguilla* 140.
Zie ook: Paling.
*ANNA. Zie: GROOT-BRITTANNIË.
*Antennen, vlo 222, 228.
**Anthriscus cerefolium*. Zie: Kervel.
*Anus, *nematoden 338.
paling 144-146.
vlo 244.
*Apicale haar, vlo 228.
Appel, globulen 122.
vrucht 122-124.
*ARCHIMEDES, *wet 24.
*ARISTOTELES 142, 164, 198, 426.
**Artemisia cina* 336.
maritima 336.
Arteriën 118.
dieren 116.
grenenhout 112.
hout 106-110, 116, 120.
**Arthropleona* 288.
*Arts 38.
Zie ook: Doctor Medicinae, Geneesmeester.
**Asellus* 150.
*Azijn, *bacteriën 134.

B.

*Baard(je) 78.
*merg 76.
veer 206.
Baarmoeder 196.
paling 144, 148-160, 164-166, 178.
Baars, kuit 160-162.
**Bacillus buccalis maximus* 136.
*BACON, FR. 426.
*Bacteriën 136-138.
*azijn 134.
*tandaanslag 178.
**Bacterionema matruchotti* 140.
*BALDUIN, *fosfor 362.
*Bamboe 98.
*Bandje, hout 82.
*Bariumsulfide 362.
*Barnsteen 236.
Bast, hout 90-92.
koorn 32.
*tarwekorrel 32-34.
vaten 116.
Bederving 178, 210.
dieren 198, 262.
kuikens 166.
mijt 310.
vlo 230.
*vogels 166.
Zie ook: Verrotting.

---

[1]) Met een sterretje zijn aangeduid de woorden en namen, die niet door LEEUWENHOEK zijn genoemd, doch in de aantekeningen voorkomen.

Been 116.
Beenderen. Zie: Wiek.
Beest 22.
Bergwerk 362.
Beweging, bloed 26-28.
dierkens 134-138.
sap 236.
*Bibliothèque universelle et historique 198.
Bies 162.
*actinenchym 94, 104.
afschutsel 94-96, 100-102.
bloedvaten 98-104.
*diafragma 50, 94-96, 102.
houtpijpje 96.
*luchtkanaal 50, 94-98.
membraan 100-106.
*parenchym 100.
pijpen 96-108.
striemtje 104.
*vaatbundels 94, 98-102.
vaten 94-98, 102-108.
wasdom 106.
*weefselplaten 94, 102.
*Bijziendheid, tekenaar 224, 232.
*Birch, Th. 426.
Blaas 28, 32.
paling 146, 152-156, 160.
*parasieten 156.
Blaaspijp 370.
*Blaaspoten 290.
Bladeren 62-64.
globulen 122.
kleur 34.
vaten 116, 128.
wijngaard 286.
*Blankaart, St. 26-28, 426.
Bloed 4, 40, 48, 54.
arterieel 120.
beweging 26-28.
*chlorophyll 52.
dik 28.
dunne stof 14-16, 22.
fermentatie 26-28.
globule 16, 52, 116. Zie ook: *Erythrocyten.
kalf 14-22, 40.
kleur 50-52, 56.
lucht 4-12, 16-28, 38-40, 46.
menselijk 38-40.
*phagocyten 52.
*plasma 16, 52, 120.
schuim 16.
*serum 16-22, 26, 40-42, 120.
sprinkhaan 50-52.
vaten 28, 48, 52-54, 62.
wei 14-16, 24, 120.
Zie ook: Lucht, Wiek.
*Bloedlichaampjes, rode. Zie: *Erythrocyten.
Bloedsomloop 28, 52, 56, 62, 120, 194.
*kikvors 200.
luis 292-294.
paling 178.
vissen 178.
vlo 236.
Bloedvaten 58.
bies 98-104.
*gewervelde dieren 168.
hout 106.
*insecten 168.
mens 168.
sprinkhaan 168.
vlo 230, 236.
Zie ook: Circulatie.
*Boerenwormkruid 336.
Bolletjes. Zie: *Erythrocyten, Globulen.
*Bologna, steen 362.
Bonen, meel 126.
*Bonomo, G. C. 310, 426.
*Bonomo, St. 426.
Bontvis 144.
Boom, *merg 90.
Zie ook: Gewassen, Planten.
**Borrelia buccale* 138.
*Borststuk, vlo 222.
*Bothriën, **Bothriocephalus scorpii* 330.
**Bothriocephalus* 338.
*kop 340.
*proglottiden 340.
tarbot 332.
**Bothriocephalus scorpii*, *bothriën 330.
*Boyle, R. 12-16, 20, 26, 358-360, 370, 374, 426.
Brand, *fosfor 372.
*Brand, H. 358-360, 426.
*fosfor 362.
*Brandenburg, Friedrich Wilhelm van 120, 426-428.
**Branta bernicla* 166.
*Brantgans 166.
„Brant-steen". Zie: *Barnsteen.
Brasem 162.
brede worm 334.
kuit 160.
*lintworm 332-334.
wormen 332-334.
Brede worm 338.
brasem 334.
globulen 326-328.
*kop 330.
mens 324-328.
tarbot 332.
voorn 334.
*Bronchiën 54.
Bruinvis 144.
Buisje, hout 80.

C.

*Calciumfluoride 362.
*Calciumnitraat 362.
**Camallanus lacustris* 150.
paling 330, 338.
*Cambium. Zie: Hout.

Capel, wiek 56.
*Capillairen 116, 120.
*Ceratophyllus columbae 212.
gallinae 212.
*Cestoni, D. 426.
*Cheliceren, mijt 306.
Chemicus 362.
*Cheyletus 226.
Chijl, paling 150.
wormen 330, 334, 338-342.
*Chirurgijn. Zie: Heelmeester.
*Chitine 60.
*Chlorophyll. Zie: Bloed.
Circulatie, planten 62-64.
Zie ook: Bloedsomloop.
*Coccen 136.
*Cocon. Zie: Gespin.
*Collembola 288.
*Columba livia 212.
*Commelin, J. 426.
Comptoir 22, 38, 46, 192, 274, 288, 366.
*Compton, H. 430.
*Condensorlens 132.
*Coniferen, *harsgang 114.
hout 84-86.
*Continuatio Epistolarum 188, 266.
*Contracaecum aduncum 340.
*Copulatie. Zie: *Paring.
*Copulatie-opening, mijt 302-308.
*Cornea. Zie: Hoornvlies.
Corruptie. Zie: *Bederving.
*Cosimo III. Zie: *Toscane.
*Coxa, vlo 236.
Cranen, Th. 118-120, 426.
*Ctenocephalides canis 254.
felis 254.
*Cyclops 150.

D.

*Dagvlinders, eieren 282.
Damp. Zie: Rook.
Darmen 28-32.
*aarsmade 338.
kristallen 342-346.
*nematoden 338.
paling 158, 326.
*parasieten 142, 152.
sappen 26.
speketer 284.
vaten 336-338.
vissen 342, 346.
wormen 336, 340-342.
zand 344.
zoutdelen 342.
Zie ook: Ingewanden.
*Darmparasieten, paling 142, 152.
Dauw, paling 142-144, 164.
*Delfstof 362.
*Den, grove 86. Zie ook: Grenenhout.
*Descartes, R. 10-12, 26, 426.
*Diafragma, bies 50, 94-96, 102.
Dichters 198.
Dieren 52, 86, 118, 278.
arteriën 116.
*bederving 198, 262.
huid 294.
kleinste 294.
longen 84, 236.
luchtpijp 84.
luchtvaten 236.
membraan 100.
oog 78.
vaten 100.
*voortplanting 154, 178, 198-200.
wormen 328, 332.
Zie ook: *Gewervelde dieren.
Dierkens 132-136.
beweging 134-138.
*graszode 288-290.
ingewanden 294.
leden 294.
paling 144-148, 158.
*tandaanslag 206.
vlo 222.
*voortplanting 140.
*Digitus, mijt 306.
*Diphyllobothrium 326.
eieren 324.
leden 324, 328.
*Diptera, *larven 290.
*Distale armen, vlo 242, 246.
Doctor Medicinae 324, 358-360.
Zie ook: *Arts, Geneesmeester.
*Dolfijn 144.
Dooier, globulen 296.
hoenderen 296.
Draad 70.
Zie ook: Veer, *baardje.
Drek. Zie: Exrementen.
*Druk, atmosferische 12, 20.
Drukker 266.
*Dryopteris filix-mas 336.
Duif, vlo 212.
Duim (lengtemaat) 6-12, 14-22, 40-42, 228, 254, 332, 364.
*Duivenvlo, *gedaanteverwisseling 212-214.
*rotsduif 212.
Zie ook: Vlo.

E.

Eieren, *dagvlinders 282.
*Diphyllobothrium 324.
globulen 296-298.
*langpootmug 276-278, 282-284.
*larve 224.
*lintworm 338.
*mensenvlo 224.
mijt 296-300, 306, 310, 316.
*ontwikkeling 316.
onvruchtbare 222-224, 278, 298.

paling 160.
schil 224, 282, 296, 300, 306.
speketer 276, 280, 284-286.
**Taenia* 340.
**Taenia saginata* 324.
*temperatuur 316.
**Tipula paludosa* 272.
**Tipulidae* 282.
**Triaenophorus* 340.
uil 58.
uitdroging 282.
vliegje 64.
vlo 210-226, 248, 254-256.
vruchtbare 222-224, 254, 282, 298.
wormen 224, 284.
Eiernest. Zie: *Eierstok.
*Eierproductie, vlo 218.
*Eierstok, speketer 276.
vlo 218.
*Ei-opening, mijt 308, 312.
*Eiporen, grenenhout 86.
vurenhout 86.
*ELSHOLTZ 362.
*Embryo, mijt 300.
*Embryologie, paling 154.
*Emelt 266, 272-274, 324, 354.
*aantal 286.
*gedaanteverwisseling 276.
*grasland 270-274.
huid 274-276.
pop 274-276.
*voortplanting 262.
worm 262, 272-276, 282, 286-288, 320.
*Endotheelcellen, *haarvaten 120.
*Energie 26, 44.
*Engeland Zie: Groot-Brittannië.
**Enterobius vermicularis* 328.
**Entomobryidae* 288.
*Epifarynx, vlo 234.
Erwt (maat) 360.
meel 126.
*zetmeel 122.
*Erythrocyten 16, 20, 52, 116, 120, 144, 152-154, 324.
paling 144.
*Es, *kiembladen 64.
Excrementen, mijt 312-314.
vlo 220, 248, 254.

F.

*Femur, vlo 236.
*Fermentatie. Zie: Bloed.
*Fermentatietheorie 48.
*FOLEY, M. 430.
*Fosfor 354.
*BALDUIN 362.
*bereiding 360, 374.
brand 372.
*BRAND 362.
*eigenschappen 358-362.
globulen 364-368, 372-374.
*houdbaarheid 374.
*luminescentie 358-362, 374.
*oxydatie 360, 370-372.
rook 362-368.
*suspensie 358, 370.
*urine 360.
*vast 358, 362-372.
*wit 358.
zoutdelen 366.
*Fosforpentoxyde 358.
*Fosforzuur, *meta- 364.
*FREDERIK. Zie: *HOLSTEIN.
*FRIEDRICH WILHELM. Zie: *BRANDENBURG.

G.

*Gans, pen 70.
Zie ook: *Brantgans.
GARDEN, G. 202, 426.
*Gassen 26.
*bloedserum 42.
*urine 42.
*Gedaanteverwisseling, *duivenvlo 212-214.
*emelt 276.
rupsen 228.
*vlo 226-228, 258.
wormen 274-276, 288.
*Gemberwater, *infusoriën 178.
Geneesmeester 26, 30, 46, 56.
Zie ook: *Arts, Doctor Medicinae.
Generatie. Zie: *Voortplanting.
*Generatiewisseling, *langpootmug 270.
*Generatio spontanea 198, 332.
kikvors 162.
*kritiek 162-166.
mijt 310.
paling 142, 164.
*Genitaaltasters, mijt 302.
*Genitale kamer, vlo 244.
*Genitale poriën, *lintworm 338.
*Geslachtsopening, paling 146.
*Geslachtsorganen 196.
mijt 302-308.
vlo 238-252, 304.
Zie ook: Teellid.
Gespin, *functie 228.
vlo 212-216, 224-226.
zijdeworm 228.
Gevogelte. Zie: *Vogels.
Gewassen 86, 94.
*Gewervelde dieren, *bloedvaten 168.
*ingewandswormen 338.
Gewricht, vlo 236.
*Giornale de' Letterati 198.
*Gisting 26.
Glas. Zie: Lucht.
*Glasaal. Zie: Paling.
Glasoven 42.
*Glazemaker 276.
Globulen, appel 122.

bladeren 122.
bloed. Zie: *Erythrocyten.
brede worm 326-328.
dooier 296.
eieren 296-298.
*fosfor 364-368, 372-374.
groei 122.
hout 86-88, 92.
kanaaltjes 122, 128.
*kiem 128.
kwikzilver 160.
meel 34, 122.
mijt 296.
mispelsteen 124-126.
onderhoud 122.
paling 152-154.
peer 122.
rook 364-368.
*theorie 122.
**Triaenophorus* 340.
vaten 122, 128.
veer 76.
vlo 236.
vruchten 122.
wormen 324.
zaad (plantaardig) 122.
Zie ook: Meel.
**Glyceria maxima* 162.
**Glycyphagus domesticus* 308.
*Gnathostoma, mijt 306.
Gom, Arabische 312-314.
Gorgel 54.
Goudsmid 370.
*Gras, *aar 32.
*helmknop 34.
*Grasland, *emelt 270-274.
*Graszode, dierkens 288-290.
Grenenhout 82, 86.
arteriën 112.
*eiporen 86.
*harskanalen 114.
*hofstippel 108.
houtarteriën 110.
houtpijp 106-112.
*houtstralen 86, 110-112.
kloving 112.
*kruisingsveld 86.
luchtpijpje 106-112.
*parencnymcellen 86.
pijpen 110.
*stippels 86.
striemen 110.
*tracheïden 86, 90, 108, 112.
vaten 108-112.
*xyleem 116.
Zie ook: Vurenhout.
*Grew, N. 84, 114, 178, 426.
*Grindl, J. F. 290, 426.
Groei, globulen 122.
vlo 224.
*weefsels 120.
zaad 124.
Groot-Brittannië, *Anna van 428.
*James II van 430.
Maria II van 172, 430.
Grootmaking. Zie: Groei.

H.

Haai 144.
*Haan, *vas deferens 178.
Haar (lengtemaat) 44.
hoofd 52, 100, 148, 154, 314.
lichaam 114, 364.
paard 60.
Haar, luis 290, 294.
mijt 306-310.
varken 4, 32.
worm 248.
Zie ook: Wiek.
*Haarvaten 116.
*endotheelcellen 120.
*Haas, humor cristallinus 78.
*Haemoglobine 120.
Haken, wormen 150-152, 330, 338.
*Ham, J. 118, 426.
Hars 88.
*Harsgang, *coniferenhout 114.
*Harskanalen, grenenhout 114.
Hart 26-28.
Heelmeester 26, 32, 38-40, 46, 56.
Hemelt. Zie: *Emelt.
Hengst, *paring 252.
Zie ook: Paard.
*Hermann, P. 426.
*Hermaphrodiet, paling 180.
*slakken 180.
Hersenen, luis 294.
Hoeken, zand 344.
Hoenderen, dooier 296.
**Hoferellus* 146.
*Hofstippel, grenenhout 108.
hout 88, 92.
*Hofwijk 178.
*Holstein, Frederik van 428.
Hond 56.
*paring 252.
vlo 252-256.
*Hondenvlo 214, 254.
Hoofd. Zie: Haar (lengtemaat), *Kop.
Hoogleraar 32.
Hooke, R. 38, 72, 76-78, 96, 210, 234, 290, 426, 430.
Micrographia 206.
Hoornen, luis 290-294.
vliegje 64-66.
vlo 220-222, 230-232.
worm 230.
Hoornvlies 206.
kalf 80.
kat 80.
membraan 78-80.

mens 80.
*rund 78.
varken 78.
*zoogdieren 80.
*Hotton, G. 426.
*Hotton, P. 80, 426.
Hout 82, 94, 118.
arteriën 106-110, 116, 120.
*bandje 82.
bast 90-92.
bloedvaten 106.
buisje 80.
*cambium 92.
*Coniferen 84-86.
globulen 86-88, 92.
*hofstippel 88, 92.
*houtstraal 82, 88-92.
*initialen 92.
*klapvliezen 90.
kloving 90.
*kruisingsveld 92.
linde 82. Zie ook: Lindenhout.
luchtvaten 92, 106, 116.
membraan 86-88, 92.
pijpjes 70, 80-82, 86-92, 96, 106.
*secondair 70.
spar 108.
*spiraalvaten 84.
*tracheïden 84, 88-92.
vaten 66, 82-92, 106-108.
Houtpijpjes 116.
bies 96.
grenenhout 106-112.
lindenhout 114.
membraan 82.
*Houtstraal, grenenhout 86, 110-112.
hout 82, 88-92.
vurenhout 86.
*Houtvaten 62.
*wand 56.
Huid, dieren 294.
*emelt 274-276.
luis 306.
rode plekjes 28.
varkenshaar 32.
wormen 342.
zweren 28.
Humor cristallinus 206.
*haas 78.
*koe 78.
*konijn 78.
*mens 78.
*paard 78.
*rund 78.
*schub 78-80.
*vis 78.
*vogel 78.
Hutton 80.
*Hutton, J. 80, 428.
Huygens, C. 50, 70, 178, 192, 200, 428.
Huygens, Chr. 14, 20, 44, 152, 178-180, 428.
luchtpomp 8.
*proef 4.
*Hyde, A. 430.

I.

*Iatrochemie 26-28.
*Iepehout 84.
*Imago, vlo 230-232.
*Infusoriën, *gemberwater 178.
*peperwater 178.
*specerijen 178.
water 178.
Ingewanden, dierkens 294.
vissen 166-168.
Zie ook: Darmen.
*Ingewandswormen 354.
*gewervelde dieren 338.
*Initialen. Zie: Hout.
Inkrimping, wormen 326.
Inlijving. Zie: *Viviparie.
*Insecten, *bloedvaten 168.
*tracheeën 168.
*vleugel. Zie: Wiek.
*voortplanting 178.
*Inspinnen, *vlo 226.
**Isotomidae* 288.

J.

*James II. Zie: Groot-Brittannië.
*Johann Georg II. Zie: *Saksen.
Juffertje 50.

K.

*Kaars 132.
Kaas, mijt 308, 316.
*Kaasmijt 288.
Kabeljauw, kristallen 342-346.
*nematode 340.
*spermatozoïden 178.
wormen 340-342.
zand 344.
Kalf, aderen 18.
bloed 14-22, 40.
hoornvlies 80.
oog 80.
Zie ook: Koe, Os, *Rund.
*Kalkoen, pen 70.
*Kamervlieg 214.
Kanaaltje, globulen 122, 128.
mispelsteen 126.
*Karel XI. Zie: *Zweden.
Kat 56, 308.
hoornvlies 80.
*Kattenvlo 214, 254.
Kervel, zaad 4, 28-30.
*Keukenzout 342.
*structuur 346.
*Kiem, globulen 128.

mispelsteen 124-128.
*tarwekorrel 32.
vaten 116.
zaad 128.
*Kiembladen. Zie: *Es.
*Kikvors, bloedsomloop 200.
*generatio spontanea 162.
*wormen 338.
Kinderen, *aarsmade 328, 336-338.
*lintworm 336.
*pernicieuze anemie 338.
*spoelworm 336.
wormen 328, 332-338.
Zie ook: Mens.
*Kinderjuffertje 50.
Kinderpokken 28.
Kip, vlo 212.
*Kippenvlo, *larve 212.
Kircher, A. 258, 428.
luis 290.
Onderaartsche Werelt 256.
vlo 254, 290.
*Klapvliezen. Zie: Hout.
Klauwen, mijt 306, 310-312.
vlo 236-238.
Kleur, blad 34.
bloed 50-52, 56.
kuffelaars 208.
scheut 34.
veer 206-210.
wol 208-210.
zand 344.
Kloten, mijt 302.
Kloving, grenenhout 112.
hout 90.
Knoop, mijt 304.
vlo 240, 246-248.
Koe 272.
humor cristallinus 78.
Zie ook: Kalf, Os, *Rund.
*Koele-koele 208.
Koffie 134.
Kogels 24, 324.
Koker, luis 294.
vlo 232-234.
*Konijn, humor cristallinus 78.
*Koolzuur 16.
Koorn, bast 32.
schors 32.
*Koorts 28.
*Kop, **Acanthocephalus anguillae* 326, 330.
**Bothriocephalus* 340.
brede worm 330.
*lintworm 338.
luis 290-294.
mijt 306-308, 314.
*nematode 338.
**Triaenophorus* 330, 340.
vlo 220-222, 228-232, 248-250.
wormen 150, 324-330, 336, 342.
*Korenmot 48.
*Kraft, J. D. 358-360, 374, 428.
*Krijnluis 308.
Kristallen 344.
darmen 342-346.
kabeljauw 342-346.
*Kruisingsveld, grenenhout 86.
hout 92.
vurenhout 86.
Kuffelaars kleur 208.
Kuit, baars 160-162.
brasem 160.
paling 160.
riviervis 160.
snoek 160-162.
vissen 160.
voorn 160.
*Kunckel, J. 360, 428.
Kweekglas, vlo 254.
*Kwikbarometer 12.
Kwikzilver, globule 160.
spuit 160.

L.

*Labiale tasters, vlo 234.
*Laciniae, vlo 234.
*Lamellibranchiën 340.
*Langpootmug 276.
eieren 276-278, 282-284.
*generatiewisseling 270.
*larve 262, 272.
*paring 278-280.
vaten 280.
Zie ook: *Emelt, Speketer.
*Larven 270.
**Diptera* 290.
ei 224.
*inspinnen 226.
*kippenvlo 212.
*langpootmug 262, 272.
*mensenvlo 214.
mijt 298-300, 310.
paling 140.
*rattenvlo 212.
**Tipula paludosa* 274.
*trips 288-290.
vlo 212, 220-222, 248.
*voortbeweging 248-250.
*Larynx. Zie: Gorgel.
Leden, dierkens 294.
**Diphyllobothrium* 324, 328.
*lintwormen 326.
luis 290.
mijt 306.
**Taenia* 328.
**Triaenophorus* 326-328.
vlo 230, 234-238, 244, 248.
wormen 150, 324-328.
*Leeuwen, C. van 428.
*Leeuwen, Cl. Jz. van 266, 428.
*Leeuwen, J. van 428.

*Leeuwen, M. van 428.
*Leeuwen, N. van 428.
Leeuwen, Ph. van 266, 428.
Leeuwenhoek, A. van, *lofdicht 192-196, 200.
*mezzotint 192.
*Leeuwenhoek, C. van 266, 428.
*Leeuwenhoek, M. van 428.
*Leptocephali. Zie: Paling.
*_Leptothrix_ 138-140.
buccalis 140.
*_Leuciscus rutilus_ 334.
*Levenscyclus, *lintworm 340.
*mensenvlo 214-216.
*Levensduur, mijt 310-316.
*Leverbot, *schaap 338.
*_Libellulidae_ 50.
Lichamen 26.
vaste 24.
Zie ook: Haar (lengtemaat).
Licht der natuur 362-366, 370.
Lid. Zie: *Geslachtsorganen, Leden.
*Liesgras 162.
*_Ligula_, *plerocercoïd 340.
*_Ligula intestinalis_, *plerocercoïd 334.
Linde, Grootbladige 114.
hout 82.
Kleinbladige 114.
Lindenhout 106.
houtpijpjes 114.
vaten 114.
*Lintworm 324.
brasem 332-334.
eieren 338.
*flexibiliteit 326.
*genitale poriën 338.
kinderen 336.
*kop 338.
leden 326.
*levenscyclus 340.
mens 328, 332.
*mond 338.
paling 328, 332.
*proglottiden 338.
*spierelementen 326.
tarbot 330.
*vissen 152.
*watervogels 334.
*zoetwatervissen 334.
*_Locusta viridissima_ 286.
*_Locustidae_ 286.
*Longblaasjes 26.
Longen 28, 54.
dieren 84, 236.
lucht 26.
*Lower, R. 26, 428.
Lucht 16-20, 92.
bloed 4-12, 16-28, 38-40, 46.
dunne (subtiele) 4, 8-10, 22-28, 38, 44.
fijne delen 44.
gemene 10, 26-28, 38-40, 44, 300.
glas 42-44.
*longen 26.
samenpersing 10.
*transport 84, 92, 110, 116-120.
urine 40-42, 46.
water 4, 8-14, 20, 38, 42.
wei 24.
*Luchtbuizen, sprinkhaan 168.
*Luchtdruk 10.
*Luchtkanalen, bies 50, 94-98.
Luchtpijp 116.
dieren 84.
grenenhout 106-112.
Zie ook: Gorgel.
Luchtpomp 4-24, 38-46, 120, 374.
Luchtvaten 54.
dieren 236.
hout 92, 106, 116.
Luis 60, 256, 266, 310, 324.
angel 292-294.
bloedsomloop 292-294.
haar 290, 294.
hersenen 294.
hoornen 290-294.
huid 306.
Kircher, A. 290.
koker 294.
*kop 290-294.
leden 290.
ogen 290.
poten 292, 306.
slokdarm 292.
*spier 292, 306.
tepel 292-294.
vaten 294.
*voortplanting 290.
*_Lumbricus latus_ 324.
*Luminescentie, *fosfor 358-362, 374.

M.

Maag 28-30.
vissen 346.
wormen 340.
zuur 26.
*Maaier. Zie: Mayer, Speketer.
*Magliabechi, A. 152, 192, 428.
*Malpighi, M. 84, 92, 430.
*Mandibels, vlo 222.
*Mannetjesvaren 336.
Maria II. Zie: Groot-Brittannië.
*Materie, *subtiele 10, 26, 44.
*Mattenbies. Zie: Bies.
*Maxillaire palpen, vlo 234.
Mayer 276.
Zie ook: Speketer.
Medicament 336.
Meel, bonen 126.
erwten 126.
globulen 34, 122.
mijten 300, 308-310.

rogge 126.
tarwe 32-34, 126.
zaden 122, 126.
Zie ook: *Tarwekorrel.
*Meelmijt 288, 300.
Meetkunde 14.
Membraan, bies 100-106.
dieren 100.
hoornvlies 78-80.
hout 86-88, 92.
houtpijpje 82.
mispelsteen 124.
*tarwekorrel 32-34.
vaten 116.
vurenhout 84.
*wandverdikking 84.
zaad 116.
Zie ook: *Tarwekorrel, Wiek.
Mens, bloedvaten 168.
brede worm 324-328.
hoornvlies 80.
humor cristallinus 78.
*lintworm 328, 332.
*wormbesmetting 148, 168.
wormen 148, 166, 328, 332.
Zie ook: Kinderen.
*Mensenvlo 254.
ei 224.
*kweken 214.
*larve 214.
*levenscyclus 214-216.
*paring 240.
Zie ook: Vlo.
*Merg, *baard 76.
boom 90.
pen 72.
*schacht 76.
*Mesonephros, paling 144.
**Mespilus germanica*. Zie: Mispelsteen.
**Micrococci* 136.
**Microlepidoptera*. Zie: Mot.
Mijt 288, 320, 324, 354.
*adulti 300, 310.
*ambulacrum 306.
*anaalspleet 304.
bederving 310.
*cheliceren 306.
*copulatie-opening 302-308.
*digitus fixus 306.
*digitus mobilis 306.
eieren 296-300, 306, 310, 316.
*ei-opening 308, 312.
*embryo 300.
*excrementen 312-314.
*generatio spontanea 310.
*genitaaltasters 302.
*geslachtsorganen 302-308.
globulen 296.
*gnathostoma 306.
haar 306-310.
kaas 308, 316.
klauwen 306, 310-312.
kloten 302.
knoop 304.
*kop 306-308, 314.
koude 316.
*larve 298-300, 310.
leden 306.
*levensduur 310-316.
meel 300, 308-310.
mond 306, 314.
*nymphae 300.
*ontwikkeling 310.
*oog 308.
oogappel 308.
*paring 262, 300-306, 310.
*penis 302-306.
poot 302, 306-308, 312-316.
*setae verticales internae 308.
*testikels 302.
vis 300.
vlees 308-310.
*voedsel 226-228.
*voortplanting 262, 266, 296, 310.
wasdom 296.
*zuignappen 304.
*Mispel. Zie: Mispelsteen.
Mispelsteen 206.
ader 126.
globulen 124-126.
kanaaltje 126.
*kiem 124-128.
meel 126.
membraan 124.
*stippelkanalen 126.
*stippels 126.
vaten 122-126.
vrucht 124-126.
*vruchtbladen 124.
zaad 122-126.
zaadhuisje 122-124.
*zaadknop 124.
*Mollusken 340.
Mond, *aarsmade 338.
*lintworm 338.
mijt 306, 314.
*nematode 338.
speeksel 26, 134.
vlo 222.
wormen 336.
*Monddelen, vlo 230-232.
Mot 48.
wiek 56.
*Motmugje 64.
Mug 48, 56, 138, 270, 280.
Zie ook: *Motmugje.
**Musca domestica* 214.

N.

*Naaier 276.
Nagels 116.

*Natura lucis. Zie: Licht der natuur.
Natuur, voorzichtige 346.
Zie ook: Licht der natuur.
Navel. Zie: Paling.
Navelbloed. Zie: Paling.
**Nemathelminthes* 338.
*Nematoden, *anus 338.
*darmkanaal 338.
kabeljauw 340.
*kop 338.
mond 338.
paling 328-330.
schelvis 340.
*viviparie 150.
**Nereis pelagica* 342.
virens 342.
*Nerven 64.
*Neus, *observatie 134.
Nieren 116.
**Noctuidae*. Zie: Uiltje.
*Nymphae, mijt 300.

O.

*Oernier. Zie: *Mesonephros.
Olifant 310.
Olm 58.
Omwindsel. Zie: Gespin.
*Oncosphaeren 324.
**Triaenophorus* 340.
Onderhoud, globule 122.
*weefsels 120.
Ongedierte 60.
paling 150.
verrotting 164.
*voortplanting 162.
*Ontwikkeling, eieren 316.
mijt 310.
*Onychiuriden 288.
Oog, dieren 78.
kalf 80.
luis 290.
mijt 308.
vissen 78.
vliegje 64.
Zie ook: Hoornvlies, Humor cristallinus.
Oogappel, mijt 308.
*Ooglens. Zie: Humor cristallinus.
*Organismen, *verdamping 222-224.
**Oribatidae* 288.
Os 66.
Zie ook: Kalf, Koe, *Rund.
*OUDAEN, J. 430.
*Oxydatie, *fosfor 360, 370-372.
**Oxyuris* 338.
vermicularis 328.

P.

Paard 66, 272.
humor cristallinus 78.
Zie ook: Haar (lengtemaat), Hengst.
**Pachytylus cinerascens* 286.
migratorius 286.
Paling 342.
aalsvellen 142, 164.
**Acanthocephala* 328.
*anus 144-146.
baarmoeder 144, 148-160, 164-166, 178.
*blaas 146, 152-156, 160.
*bloedsomloop 178.
**Camallanus lacustris* 330, 338.
chijl 150.
darmen 158, 326.
*darmparasieten 142, 152.
dauw 142-144, 164.
dierkens 144-148, 158.
*eieren 160.
*embryologie 154.
*erythrocyten 144.
*generatio spontanea 142, 164.
*geslachtsopening 146.
*glasaal 140, 158-160.
globulen 152-154.
*hermaphrodiet 180.
kuit 160.
*larven 140.
*leptocephali 140.
*lintwormen 328, 332.
*mannelijk 180.
*mesonephros 144.
navel 144-146.
navelbloed 144-148, 154, 160.
*nematoden 328-330.
ongedierte 150.
*parasieten 146-148, 152-156.
*paring 140.
*schieraal 140-142.
*sporozoën 154.
teellid 146-148, 152-154, 158-160.
**Trematoda diginea* 328.
*trematode 158.
**Triaenophorus lucii* 328.
*viviparie 142, 148-150, 164.
*voortplanting 140-144, 148, 154, 158-160, 178, 206.
wormen 148-152, 326-330, 334.
*zaad 152.
Papegaai, veren 208.
*Parameren, vlo 242.
*Parasieten, *blaas 156.
*darm 142, 152.
paling 146-148, 152-156.
*sporozoa 146, 154.
*Parasitaire wormen, vissen 168.
*voortplanting 330-332.
*Parenchym, bies 100.
*grenenhout 86.
*vruchtvlees 122.
*Paring, hengst 252.
hond 252.
*langpootmug 278-280.

*mensenvlo 240.
mijt 262, 300-306, 310.
paling 140.
**Tipulidae* 284.
vlo 216, 238-240, 244-254, 262, 300.
*Pauw, veer 210.
Peer, globulen 122.
*vrucht 122-124.
*Pees 52.
vlo 234.
Zie ook: Zenuw.
Pek 88.
Pen 76.
*centrale as 72, 78, 84, 98.
*gans 70.
*kalkoen 70.
*merg 72.
*raaf 70.
*schacht 72.
*spoel 72-74, 84.
*vlag 72.
*ziel 72.
*zwaan 70.
Zie ook: Veer.
*Penis, mijt 302-306.
vlo 246.
Peperhuis, zijdewormen 226.
*Peperwater, *infusoriën 178.
*Pernicieuze anemie, kinderen 338.
*Pfalz, Johann Wilhelm van de 426.
*Phagocyten. Zie: Bloed.
**Phasgonura viridissima* 50.
Zie ook: Sprinkhaan.
Philosophen 374.
Philosophical Transactions 198, 266, 326.
*Phosphoros. Zie: *Fosfor, Licht der natuur.
**Picea abies*, *tracheïden 110.
Zie ook: Vurenhout.
**Pieris*. Zie: Witje.
Pijpen, bies 96-108.
grenenhout 110.
hout 70, 80-82, 86-92, 96, 106.
**Pinus sylvestris*, *tracheïden 110.
Zie ook: Grenenhout.
Pis. Zie: Urine.
Pit, boom 90.
Plaatsnijder 86-88, 96, 100, 108, 252, 306, 310.
Plant. Zie: Circulatie.
Plantje. Zie: *Kiem.
*Plasma. Zie: Bloed.
**Plathelminthes* 338.
*Platte worm 324.
*Platwormen 338.
*Plerocercoïd, **Ligula* 340.
**Ligula intestinalis* 334.
Pluim. Zie: Veer.
**Poduridae* 288.
Pop, *emelt 274-276.
vlo 214-216, 226-230, 240, 256.
Populier 56-58, 82.
**Populus alba*. Zie: Abeel.
nigra. Zie: Populier.
Poten, luis 292, 306.
mijt 302, 306-308, 312-316.
vliegje 66.
vlo 230-238, 248.
Zie ook: Klauwen, Leden.
*Proglottiden, **Bothriocephalus* 340.
*lintworm 338.
**Taenia* 340.
**Triaenophorus* 340.
**Pseudomonas* 136.
**Psychoda alternata* 64.
*Puitaal 148.
**Pulex irritans* 214, 240.

R.

*Raaf, *pen 70.
Rabus, P. 192, 196-200, 230, 262, 430.
*Rattenvlo, *larve 212.
*Redi, F. 152, 160, 290, 310, 426, 430.
Regenwater. Zie: Water.
Riem 332-334.
Riembrasem 332.
*Riemworm 334.
Riviervis, kuit 160.
Rivierzand 344.
Rogge, bloesem 32.
meel 126.
*Rohault, J. 296.
*Rondwormen 338.
Rook, *fosfor 362-368.
globulen 364-368.
*Ros, A. M. 426.
*Rotsduif, *duivenvlo 212.
Rotting, Japanse 98.
*Royal Society 4, 34, 132, 210, 266, 320, 324, 354, 362, 374.
*Rund, hoornvlies 78.
humor cristallinus 78.
Zie ook: Kalf, Koe, Os.
Rupsen 56.
*gedaanteverwisseling 228.
Zie ook: Uiltje, wit.

S.

*Saksen, Johann Georg II van 428.
Salet. Zie: Comptoir.
**Salix*. Zie: Wilg.
Samenstremming 48, 346.
*Santonine 336.
Sap 48, 54, 62, 86, 116.
beweging 236.
darmen 26.
dunne 118-120.
*transport 92, 116-118.
*Sapdruk 90.
**Sarcoptes scabiei* 296.
*Schaap, *leverbot 338.
Schacht 82-84, 88.

*merg 76.
striemtje 70.
vaatje 70-74, 78.
veer 70-78.
Zie ook: Wiek.
*Schelpdieren 340.
Schelvis, *nematode 340.
wormen 340.
*Schieraal. Zie: Paling.
Schil, eieren 224, 282, 296, 300, 306.
Zie ook: Schors.
**Schistocerca gregaria* 286.
*SCHMIDT, J. 142.
*Schoenlapper 48, 276.
Schors, koorn 32.
vaten 116.
Zie ook: Schil.
Schotdeur. Zie: Afschutsel.
Schrijfpen 70, 74.
*Schub, humor cristallinus 78-80.
Zie ook: Wiek.
Schulpvisje 340.
**Scirpus lacustris*. Zie: Bies.
**Scophthalmus maximus* 330.
Semen santonici 336.
*Serum. Zie: Bloed.
*Setae verticales internae, mijt 308.
Slagveer. Zie: Veer.
*Slakken, *hermaphrodiet 180.
Slokdarm, luis 292.
Snoek, kuit 160-162.
*Soortelijk gewicht 16, 24.
Spar 86. Zie ook: Vurenhout.
Sparrenhout 108.
vaten 114.
Zie ook: Grenenhout.
*Specerijen, *infusoriën 178.
Speeksel 26, 134.
*Spekdief. Zie: Speketer.
Speketer 274-278, 296, 324.
darmen 284.
eieren 276, 280, 284-286.
*eierstok 276.
vaten 284.
zaad 276.
Speld (inhoudsmaat) 360-362.
Speld (lengtemaat), gewoon 340.
klein 370.
*Spermatozoën 118.
*Spermatozoïden, kabeljauw 178.
Spiegel 132-134.
*Spier, luis 292, 306.
vlo 234-236.
*Spierelementen, *lintwormen 326.
*Spiervezel 70.
Spijs. Zie: *Voedsel.
Spinsel. Zie: Gespin.
*Spiraalvaten. Zie: Hout.
**Spirillum* 138.
*Spirochaet 138.
*Spoelworm, kinderen 336.
*Sporozoën, parasitaire 146, 154.
*Springstaarten 288.
Sprinkhaan 272, 324.
bloed 50-52.
bloedvaten 168.
*luchtbuizen 168.
*plaag 286.
*tracheeën 168.
*vermenigvuldiging 286-288.
*voortplanting 286.
wiek 62.
worm 288.
Spuit, kwikzilver 160.
*Steek-zuigorgaan, vlo 232-234.
Steen. Zie: Mispelsteen, Urine.
*Stikstof 16.
*Stippelkanalen, mispelsteen 126.
*Stippels, grenenhout 86.
mispelsteen 126.
vurenhout 86.
*Stoffen, *transport 120.
*STOKES, *wet 24.
Striemtje, bies 104.
grenenhout 110.
schacht 70.
STUART, MARIA. Zie: GROOT-BRITTANNIË.
*Styletten (anale), vlo 242-244.
*SWAMMERDAM, J. 290, 310, 430.

T.

*Tabak, *zaad 122.
**Taenia*, eieren 340.
leden 328.
*proglottiden 340.
**Taenia saginata* 326.
eieren 324.
*gravide leden 324.
**Tanacetum vulgare* 336.
*Tandaanslag, *bacteriën 178.
dierkens 206.
*onderzoek 132-140.
Tarbot, **Bothriocephalus* 332.
brede worm 332.
*lintworm 330.
wormen 328-330.
*Tarsus, vlo 236.
Tarwe, bloesem 32.
meel 126.
vrucht 32.
*zemel 4.
*zetmeel 122.
Zie ook: *Tarwekorrel.
*Tarwekorrel, bast 32-34.
meel 32-34.
membraan 32-34.
plant 32.
schors 32.
*vruchtwand 32-34.
*zaadhuid 32-34.
zemel 32.

Zie ook: Meel, Tarwe.
Teellid, paling 146-148, 152-154, 158-160.
Teer 88.
Tekenaar 58-60, 64, 126, 158-160, 220-224, 228-230, 236, 244-248.
*bijziendheid 224, 232.
Teling. Zie: *Paring, *Voortplanting.
*Telomeren, vlo 242.
*Temperatuur, eieren 316.
Tendo. Zie: *Pees.
Tepel, luis 292-294.
**Terebrantia* 290.
*Testikels, mijt 302.
**Thysanoptera* 290.
*Tibia, vlo 236.
**Tilia cordata* 114.
platyphyllos 114.
Tin 134.
**Tipula* 276.
**Tipula czizeki* 270.
**Tipula oleracea* 270.
**Tipula paludosa* 270, 284.
*eieren 272.
*larven 274.
**Tipulidae* 262, 272.
eieren 282.
*paring 284.
Tonnetje. Zie: Pop.
*Torricelli, *vacuum 4.
*Toscane, Anna Ludovica van 426.
Cosimo III van 426.
*Tracheeën 48, 52-54, 60-62, 84.
*insecten 168.
sprinkhaan 168.
vlo 230, 236.
*Tracheïden, grenenhout 86, 90, 108, 112.
hout 84, 88-92.
*middenlamel 108.
**Picea abies* 110.
**Pinus sylvestris* 110.
*Transport, *lucht 84, 92, 110, 116-120.
*sappen 92, 116-118.
*stoffen 120.
*vocht 82, 86, 92, 110.
Trekker. Zie: *Spier.
**Trematoda diginea*, paling 328.
*Trematode, paling 158.
vissen 158.
**Triaenophorus* 152, 338.
eieren 340.
globulen 340.
*kop 330, 340.
leden 326-328.
*oncosphaeren 340.
*proglottiden 340.
**Triaenophorus lucii*, paling 328.
*Trips, *larven 288-290.
*Trochanter, vlo 236.
**Trypanus cossus* 58.
**Tubulifera* 290.
*Tuimelaar 144.
Tuin 276.
*Tuinkervel. Zie: Kervel.
Turf 364.
**Tursiops truncatus* 144.
*Tweekleppigen 340.
*Tyroglyphiden 226.
**Tyroglyphus farinae* 300.
**Tyrolichus casei* 300.
*Tyson, E. 326, 338, 430.

U.

Uil, eieren 58.
grauwe 58, 62.
Uiltje 48, 138.
wit 56, 62.
Uitdroging, eieren 282.
Uitrekking, wormen 326, 330.
Urine 28-30, 44-46.
*fosfor 360.
lucht 40-42, 46.
steen 30.
Zie ook: *Gas.

V.

*Vaatbundels, bies 94, 98-102.
*Vacuum 4, 10.
Varken, haar 4, 32.
hoornvlies 78.
Varkensborstel 32.
*Vas deferens, *haan 178.
Vaten 116.
bast 116.
bies 94-98, 102-108.
bladeren 116, 128.
*communicerende 12.
darmen 336-338.
dieren 100.
dierlijk 48, 52, 55, 118.
globulen 122, 128.
grenenhout 108-112.
hout 66, 82-92, 106-108.
*kiem 116.
*langpootmug 280.
lindenhout 114.
luis 294.
membraan 116.
mispelsteen 122-126.
planten 32-34, 62.
schacht 70-74, 78.
schors 116.
sparrenhout 114.
speketer 284.
veer 74-76.
vruchten 116.
zaad 116, 124.
Zie ook: Bloed, Bloedvaten, *Houtvaten, Luchtvaten, Wiek.
Veer, *baardje 206.

globulen 76.
kleuren 206-210.
papegaai 208.
*pauw 210.
schacht 70-78.
*structuur 70-78, 206.
vaten 74-76.
vliegje 64.
vogel 56.
Zie ook: Pen, Wiek.
Venen 120.
Verandering. Zie: *Gedaanteverwisseling.
*Verdamping, *organismen 222-224.
Verderf. Zie: Bederving.
*Verdonck, M. 428.
*Verkolje, J. 430.
*mezzotint 192.
*Vermenigvuldiging, sprinkhaan 286-288.
Verrotting, dieren 198.
ongedierte 164.
Zie ook: Bederving.
Verzameling. Zie: *Paring.
Vet 116.
*Vezel, *spier 70.
**Vibrio sputorum* 136.
Vingerhoed (inhoudsmaat) 368.
Vissen 144.
*bloedsomloop 178.
darmen 342, 346.
humor cristallinus 78.
ingewanden 166-168.
kuit 160.
*lintworm 152.
maag 346.
mijten 300.
ogen 78.
*parasitaire wormen 168.
*trematode 158.
wormen 166-168, 330-334.
zaad 180.
Zie ook: Zeevissen, *Zoetwatervissen.
Vissers 148, 152.
Visvanger 334.
Visverkoper 154.
*Viviparie, *nematode 150.
paling 142, 148-150, 164.
*Vlag, *baard(je) 72, 76.
Vlees, mijt 308-310.
*Vleugel, vlo 238.
Zie ook: Wiek.
Vlieg 48, 56, 214-216, 316.
Vliegje, eieren 64.
hoornen 64-66.
ogen 64.
pluimen 64.
poot 66.
wieken 64.
Vlies. Zie: Membraan, Wiek.
*Vlinder. Zie: Uil, grauwe, Vliegje, Witje.
Vlo 60, 200, 288, 310.
aderen 246.
*aedeagus 242.
*anaal segment 242.
*anale naschuivers 222.
*anale styletten 242-244.
angels 232-234.
*antennen 222, 228.
*anus 244.
*apicale haar 228.
bederving 230.
*bestrijding 250.
beweging van sappen 236.
*bloedsomloop 236.
bloedvaten 230, 236.
*bloedzuigen 218.
*borststuk 222.
circulatie 236.
*cocon. Zie: gespin.
*coxa 236.
*distale armen 242, 246.
duif 212.
eieren 210-226, 248, 254-256.
*eierproductie 218.
*eierstok 218.
*epifarynx 234.
excrementen 220, 248, 254.
*femur 236.
*gedaanteverwisseling 226-228, 258.
*genitale kamer 244.
*geslachtsorganen 238-252, 304.
gespin 212-216, 224-226.
gewricht 236.
globulen 236.
groei 224.
haar 248.
hond 252-256.
hoornen 220-222, 230-232.
*imago 230-232.
*inspinnen 226.
kip 212.
Kircher, A. 254, 290.
klauwen 236-238.
knoop 240, 246-248.
koker 232-234.
*kop 220-222, 228-232, 248-250.
kweekglas 254.
*labiale tasters 234.
*laciniae 234.
*larven 212, 220-222, 248.
leden 230, 234-238, 244, 248.
*mandibels 222.
*maxillaire palpen 234.
mond 222.
*monddelen 230-232.
neet 256.
*parameren 242.
*paring 216, 238-240, 244-254, 262, 300.
*pees 234.
*penis 246.
pop 214-216, 226-230, 240, 256.
poten 230-238, 248.
*spier 234-236.

*sprong 238.
*steek-zuigorgaan 232-234.
*tarsus 236.
*telomeren 242.
*tibia 236.
*tracheeën 230, 236.
*trochanter 236.
*verzorging 220.
*vleugel 238.
*voeding 218.
voedsel 232.
*voortbeweging 248-250.
*voortplanting 198, 206, 230, 254, 258, 262, 266, 290, 320.
wasdom 212, 220.
*waterhuishouding 224.
wormen 212-216, 220-230, 248-250, 254.
zaad 246.
*Vloeispaat 362.
*Vocht, *transport 82, 86, 92, 110.
*Voeding, vlo 218.
Voedsel 62.
mijten 226-228.
vlo 232.
Vogels 70, 76.
bederving 166.
humor cristallinus 78.
Zie ook: Schacht, Veer, *Watervogels.
Voorn 162.
brede worm 334.
kuit 160.
wormen 334.
*Voortbeweging, *larve 248-250.
*Voortplanting 164-166, 210, 218, 328, 332.
dieren 154, 178, 198-200.
dierkens 140.
*emelt 262.
insecten 178.
luis 290.
mijt 262, 266, 296, 310.
ongedierte 162.
paling 140-144, 148, 154, 158-160, 178, 206.
*parasitaire wormen 330-332.
sprinkhaan 286.
vlo 198, 206, 230, 254, 258, 262, 266, 290, 320.
worm 266.
Voortteling. Zie: *Voortplanting.
Voortzetting. Zie: *Voortplanting.
Vruchten 62-64.
appel 122.
globulen 122.
mispelsteen 124-126.
*peer 122-124.
tarwe 32.
vaten 116.
*Vruchtvlees, *parenchym 122.
Vurenhout 82, 86, 106.
*eiporen 86.
*hofstippel 86.
*houtpijpje 84.
*houtstraal 86.
*kruisingsveld 86.
membraan 84.
*stippels 86.
*tracheïden 90.
vaten 84.
Zie ook: Grenenhout.

W.

Waller, R. 2-4, 30-34, 70, 188, 206-210, 218, 262, 266, 270, 320, 354, 430.
Walvis 144.
Wandluis 256.
Wasdom 34, 62, 272.
bies 106.
mijt 296.
vlo 212, 220.
Water 6-14, 16-18.
*infusoriën 178.
lucht 4, 8-14, 20, 38, 42.
*luchtvrij 14.
regen 6, 12, 16, 26, 38-40.
samenpersing 10.
Zie ook: Lucht, Urine.
*Waterdamp 8, 12-14.
*Waterhuishouding, vlo 224.
*Waterjuffer 50.
*Watervogels, *lintworm 334.
*Weefselplaten, bies 94, 102.
*Weefsels, *groei 120.
*onderhoud 120.
Weegkunst 14.
Wei. Zie: Bloed.
Wiek, aderen 48.
arteriën 62.
beenderen 58-60.
bloedaderen 52.
bloedsomloop 62.
bloedvaten 50, 54-62.
capel 56.
gaten 60.
haar 48-50-54, 64-66.
membraan 48-66.
mot 48.
putten 60.
*rib 48, 52, 56, 62.
schacht 48, 54, 60.
*schub 48-50, 54-56, 60.
*schubzakje 54, 60.
sprinkhaan 62.
vaten 50, 54-56, 66.
veer 48-50, 54-62.
venen 62.
vliegje 64.
zenuwen 48-56.
Zie ook: *Vleugel.
Wijngaard 34.
blad 286.
Wilg 56-58, 82.
*Wilgenhoutrups 58.
*Willem III, stadhouder-koning 172, 428, 430.

Witje 48, 138.
Wol, kleur 208-210.
*Wormbesmetting, mens 148, 168.
Wormen 64, 270.
brasem 332-334.
chijl 330, 334, 338-342.
darmen 336, 340-342.
dieren 328, 332.
eieren 224, 284.
*emelt 262, 272-276, 282, 286-288, 320.
*gedaanteverwisseling 274-276, 288.
globulen 324.
haar 248.
haken 150-152, 330, 338.
hoornen 230.
huid 342.
inkrimping 326.
kabeljauw 340-342.
*kikvors 338.
kinderen 328, 332-338.
*kop 150, 324-330, 336, 342.
leden 150, 324-238.
maag 340.
mens 148, 166, 328, 332.
mond 336.
paling 148-152, 326-330, 334.
rode 58.
schelvis 340.
sprinkhanen 288.
tarbot 328-330.
uitrekking 326, 330.
vissen 166-168, 330-334.
vlo 212-216, 220-230, 248-250, 254.
voorn 334.
*voortplanting 266.
zeevis 328.
*zuignappen 338.
Zie ook: *Ingewandswormen, *Parasitaire wormen.
Wormkruid 336.
*Wormmiddel 334-336.

X.

*Xyleem, grenenhout 116.

Z.

Zaad, globulen 122.
groei 124.
kervel 4, 28-30.
*kiem 128.
meel 122, 126.
membraan 116.
mispelsteen 122-126.
paling 152.
speketer 276.
*tabak 122.
vaten 116, 124.
vissen 180.
vlo 246.
Zie ook: *Spermatozoïden.
Zaadhuisje, mispelsteen 122-124.
Zand (inhoudsmaat) 344.
klein 194, 344.
Zand (lengtemaat), gemeen 20.
grof 10, 34, 76, 90, 106, 110, 126, 134-136, 158, 168, 372.
klein 224, 372.
Zand, darmen 344.
hoeken 344.
kabeljauw 344.
kleur 344.
Zandje. Zie: Zand.
*Zandspiering 340.
*Zeealsem 336.
*Zeefvaten 62.
*Zeepier 342.
Zeevis, wormen 328.
*Zenuw 52, 62.
Zie ook: *Pees, Wiek.
*Zetmeel 34.
*erwten 122.
*tarwe 122.
Ziekte 26-28.
Zijdeworm 56, 62.
gespin 228.
peperhuis 226.
Zilversmid 370.
**Zoarces viviparus* 148.
*Zoetwatervissen, *lintworm 334.
*Zoogdieren, hoornvlies 80.
Zout, excrementen 220.
Zoutdelen, darmen 342.
*fosfor 366.
Zoutkeet 342.
*Zuignappen, mijt 304.
wormen 338.
Zuilichem, heer van. Zie: Huygens, C.
*Zuurstof 16, 20.
*Zwaan, pen 70.
*Zweden, Karel XI van 428.

INDEX OF NAMES AND SUBJECTS[1])

A.

Abele 57.
wood 83, 107.
**Abramis brama* 335.
**Acanthocephala*, eel 329.
**Acanthocephalus* 339.
head 331.
**Acanthocephalus anguillae* 153.
head 327.
**Acarina* 289.
**Acarus siro* 301.
**Acrididae* 287.
*Acta Eruditorum 199.
*Actinenchyma, rush 95-97, 105.
*Adult, flea 231-233.
mite 301, 311.
*Aedeagus, flea 243.
**Aeschnidae* 51.
**Agrionidae* 51.
Air 5-13, 19-21.
blood 5, 17, 21-29, 39-41, 47.
compression 11.
*conduction 85, 93, 111, 117-121.
fine parts 45.
glass 43-45.
ordinary 11, 27-29, 39-41, 45, 301.
thin (subtle) 9-11, 19, 23-29, 39.
urine 41-43, 47.
water 5, 9, 11-15, 19-21, 27, 39, 43.
*Air ducts, rush 95-99.
Air-pipes 117.
grasshopper 169.
pine-wood 107-113.
*Air pressure 11.
Air-pump 5-25, 39, 47, 121, 375.
force 15.
*Air-tube, rush 51.
Air-vessels, animals 55, 237.
pine-wood 109.
wood 93, 107, 117.
*Alveoli 27.
See also: Wing.
**Amazona amazonica* 209.
ochrocephala 209.
Amber 237.
*Ambulacrum, mite 307.
**Ammodytes lancea* 341.
*Anal opening, mite 305.
*Anal segment, flea 243.
*Anal struts, flea 223.
*Anal stylets, flea 243-245.
Anatomist 169.
Anatomy, *daddy-longleg 285.
*parakeet 184.
wood 71, 183-184.
Angles, sand 345.
**Anguilla anguilla* 141.
See also: Eel.
Animalcules 133-137.
eel 145-149, 159.
egg 349-350.
flea 223.
*grass sod 289-291.
*intestines 295-297.
limbs 295.
movement 135, 139.
putrefaction 165-167.
reproduction 141.
*tartar 207.
Animals 23, 53, 87, 119, 279.
air-vessels 55, 237.
arteries 117.
eyes 79.
lungs 85, 237.
membranes 101.
putrefaction 199, 263.
*reproduction 155, 163, 179, 199-201.
skin 295.
smallest 295.
vessels 101.
*windpipe 55, 85.
worms 329, 333.
See also: *Vertebrates.
*ANNE. See: *GREAT-BRITAIN.
Antennae, flea 223, 229.
louse 291-293.
tiny fly 65-67.
**Anthriscus cerefolium*. See: Chervil.
*Anus, eel 145-147.
flea 245.
*nematodes 339.
*Apical seta, flea 229.
Apple, fruits 123-125.
globule 123.
*ARCHIMEDES, *law 25.
*ARISTOTLE 143, 165, 199, 427.
**Artemisia cina* 337.
maritima 337.
Arteries 19, 25, 119.
animals 117.
calf 19.
flea 247.
medlar stone 127.

[1]) Names of persons and subjects not mentioned by LEEUWENHOEK are marked with an asterisk.

pine-wood 113.
wood 107-111, 117, 121.
**Arthropleona* 291.
Articulation, flea 237.
**Asellus* 151.
*Ash, *cotyledons 65.
*Aurelia 49.

B.

**Bacillus buccalis maximus* 137.
*Bacon, Fr. 185, 427.
*Bacteria 137-139.
*tartar 179.
*vinegar 135.
**Bacterionema matruchotti* 141.
Balls 325.
mite 303.
*Balduin's phosphorus 363.
Bamboo cane 99.
*Band, wood 83.
*Barb(ule). See: Feather.
*Barium sulphide 363.
Bark, corn 33.
vessels 117.
wood 91-93.
*Barnacle-goose 167.
*Barometer, *mercury 13.
Barrel. See: Pupa.
Beans, flour 127.
Bed-bug 257.
*Bibliothèque universelle et historique 199.
*Birch, Th. 427.
Birds, humour crystalline 79.
putrefaction 167.
quills 83-85.
See also: Feather, *Water-fowl.
*Bivalves 341.
Bladder 29, 33.
eel 147, 153-157, 161.
*parasites 157.
*Blankaart, St. 27-29, 427.
Blood 5, 49, 55.
arterial 121.
calf 15-23, 41.
*chlorophyll 53.
colour 51-53, 57.
*corpuscles. See: *Erythrocytes.
*fermentation 27-29.
froth 17.
globule. See: *Erythrocytes.
human 39-41.
movement 27-29.
*phagocytes 53.
*plasma 17, 53, 121.
serum 15-25, 41-43, 121.
thick 27-29.
thin substance 15, 23-25.
vessels 29, 55.
See also: Air.
Blood circulation 53, 57, 63, 121, 195.
eel 179.
*fishes 179.
flea 237.
frog 201.
louse 293-295.
Blood-vessels 49, 53, 59, 63.
flea 231, 237.
grasshopper 169.
*insects 169.
man 169.
rush 99-105.
wood 107.
Blow-pipe 371.
Bodies 27.
solid 25.
*Bologna stone 363.
Bone 117.
Bones. See: Wing.
*Bonomo, G. C. 311, 427.
*Bonomo, St. 427.
**Borrelia buccale* 139.
*Bothria, **Bothriocephalus scorpii* 331.
**Bothriocephalus* 339.
head 341.
*proglottides 341.
turbot 333.
**Bothriocephalus scorpii*, *bothria 331.
*Boyle, R. 13-21, 27, 359-361, 373-375, 427.
Brain, louse 295.
*Brand, H. 359-361, 427.
*Brand's phosphorus 363.
*Brandenburg, Friedrich Wilhelm von 121, 427-429.
**Branta bernicla* 167.
„Brantsteen". See: Amber.
Bream 163.
broad worm 335.
roe 161.
*tapeworm 335.
worms 333.
*Breeding, eel 141.
Broad worm 339.
bream 335.
globules 327-329.
head 331.
man 325-329.
roach 335.
turbot 333.
*Bronchi 55.
Bullet 25.
Bulrush. See: Rush.
Burning, *phosphorus 373.
Butterfly 139.
eggs 283.
wing 57, 183.
See also: Cabbage White, Fly (tiny), Owlet-Moth (grey).

C.

Cabbage White 49.

*Calcium fluoride 363.
*Calcium nitrate 363.
Calf, arteries 19.
blood 15-23, 41.
cornea 81.
eye 81.
See also: Cattle, Cow, Ox.
**Camallanus lacustris* 151.
eel 331, 339.
*Cambium, wood 93.
Canals, globules 123.
medlar stone 127.
*Candle 133.
*Capillaries 117, 121.
*endothelium 121.
*Carbon dioxide 17.
Cat 57, 309.
*cornea 81.
Caterpillars 57, 63.
transformation 229.
See also: Owlet-Moth (white).
*Cat flea 215, 255.
*Cattle, crystalline humour 79.
See also: Calf, Cow, Ox.
**Ceratophyllus columbae* 213.
gallinae 213.
*Cestoni, D. 427.
*Charles XI. See: *Sweden.
Cheese, mite 309, 317.
*Cheese-mite 289.
*Chelicerae, mite 307.
Chemist 363.
Chervil, seed 5, 29-31.
**Cheyletus* 227.
Chicken, putrefaction 167.
*Chicken flea, *larvae 213.
Children, *pernicious anemia 339.
*pinworm 329, 337-339.
*roundworms 337.
*tapeworms 337.
worms 329, 333-339.
See also: Man.
*Chitine 61.
*Chlorophyll. See: Blood.
Chyle, eel 151.
worms 331, 335-343.
Circulation 63-65.
flea 237.
See also: Blood circulation.
*Clamworm 343.
Claws, flea 237-239.
mite 307, 311-313.
Cleavage, pine-wood 113.
wood 91.
*Cocci 137.
*Cock, *vas deferens 179.
Cocoon, flea 213-217, 225, 257.
*function 229.
*larva 227.
leather-jacket 275.
silk-worm 229.
Cod, crystals 343-347.
*nematode 341.
sand 345.
*spermatozoids 179.
worms 341-343.
Coffee 135.
**Collembola* 291.
Colour, blood 51-53, 57.
feather 183-184, 207-211, 349.
„kuffelaars" 209.
leaf 35.
sand 345.
shoot 35.
silk 349.
wool 184, 209-211, 349.
**Columba livia* 213.
*Commelin, J. 427.
*Compton, H. 431.
*Condensor lens 133.
*Conduction, *air 85, 93, 111, 117-121.
*sap 83, 87, 93, 111, 117-119.
*Conifers, *resin ducts 115.
*wood 87.
*Continuatio Epistolarum 189, 267.
**Contracaecum aduncum* 341.
Contraction, worms 327.
Copulation, *daddy-longleg 279-281.
dog 253.
flea 217, 239-241, 245-255, 263, 301.
mite 263, 301-307, 311.
stallion 253.
**Tipulidae* 285.
*Copulation opening, mite 303-309.
Corn, bark 33.
rind 33.
*Corn moth 49.
Cornea 207.
calf 81.
*cat 81.
*cow 81.
*mammals 81.
man 81.
membrane 79-81.
*pig 81.
scales 81.
See also: Eye.
Cornet, silk-worms 227.
Corruption 179, 184, 211.
flea 231.
*Cosimo III. See: *Tuscany.
*Cotyledons. See: *Ash.
Cow 273.
*cornea 81.
crystalline humour 79.
See also: Calf, Cattle, Ox.
*Coxa, flea 237.
Crane-fly 275, 279, 297, 325.
eggs 277, 281, 285-287.
intestines 285.
*larva 263.
ovary 277.

seed 277.
vessels 285.
CRANEN, TH. 119-121, 427.
*Cross-fields, *fir-wood 87.
*pine-wood 87.
wood 93.
Crystallization 347.
Crystals, cod 343-347.
intestine 343-347.
**Ctenocephalides canis* 255.
felis 255.
Cuticle. See: Wing.
Culture flask, flea 255.
Currant, red, seed 31.
**Cyclops* 151.

D.

Daddy-longleg 277.
copulation 279-281.
eggs 277-279, 283-285.
*larva 273.
*life cycle 271.
vessels 281.
See also: Crane-fly, Leather-jacket.
Damsel fly 51.
*DESCARTES, R. 11-13, 27, 427.
Desiccation, eggs 283.
*Development, eggs 317.
mite 311.
Dew, eel 143-145, 165.
*Diaphragm, rush 51, 95-97, 103.
*Diet, flea 219.
See also: Food.
*Digestive tract, *pinworm 339.
See also: Intestines.
*Digitus, mite 307.
**Diphyllobothrium* 327.
eggs 325.
segments 325, 329.
**Diptera*, *larva 291.
Disease 27.
See also: Illness.
*Distal arms, flea 243, 247.
Doctor of Medicine 325, 359-361.
See also: Physician.
Dog 57.
copulation 253.
flea 253-257.
*Dog flea 215, 255.
*Dolphin, bottle-nosed 145.
Draughtsman 59-61, 65-67, 127, 159-161, 221-225, 229-231, 237, 245-249, 301.
*short-sightness 225, 233.
**Dryopteris filix-mas* 337.
Ducts, globules 129.
Dung. See: Excrements.

E.

*Ear. See: *Grass.
Eel 343.
**Acanthocephala* 329.
animalcules 145-149, 159.
*anus 145-147.
*bladder 147, 153-157, 161.
*blood circulation 179.
*breeding 141.
**Camallanus lacustris* 331, 339.
chyle 151.
dew 143-145, 165.
*eggs 161.
*elver 141, 159, 161.
*embryology 157.
*erythrocytes 145.
*generatio spontanea 143, 165.
globules 153-157.
*hermaphrodite 181.
*intestinal parasites 143, 151-153.
intestine 159, 327.
*larva 141.
*leptocephali 141.
*male 181.
*mesonephros 145.
navel 147.
navel-blood 145-149, 155, 161.
*nematodes 329-331.
*parasites 147, 155-157.
*parasitic worms 149.
*reproduction 141-145, 149, 155, 159-161, 179, 183.
reproductive organ 147-149, 153-161.
roe 161.
*seed 153.
*sexual opening 147.
*silver eel 141-143.
skin 143, 165.
*sporozoa 155.
*spy-glass 179.
*tapeworms 329, 333.
**Trematoda diginea* 329.
*trematode 159.
**Triaenophorus lucii* 329.
*viviparity 143, 151, 165.
womb 145, 149-161, 165-167, 179.
worms 149-153, 327-331, 335.
*yellow eel 141.
Eelfisher 155.
Eelmongers 149.
*Eelpout 149.
Egg, animalcule 349-350.
*butterfly 283.
crane-fly 277, 281, 285-287.
*daddy-longleg 277-279, 283-285.
desiccation 283.
*development 317.
**Diphyllobothrium* 325.
eel 161.
fertile 225, 255, 299.
flea 211-227, 249, 255-257.
globules 297, 301.
*human flea 225.

infertile 225, 279, 299.
insects 349.
*larva 225.
mite 297, 307, 311, 317.
shell 225, 283, 297, 301, 307.
*spermatozoa 350.
**Taenia* 341.
**Taenia saginata* 325.
*tapeworm 339.
*temperature 317.
tiny fly 65.
**Tipula paludosa* 273.
**Tipulidae* 283.
**Triaenophorus* 341.
worms 225, 285.
*Egg production, flea 219.
*Egg vent, mite 309, 313.
Elephant 311.
Elm 59.
*Elm-wood 85.
Elongation, worms 327, 331.
*Elsholtz 363.
*Elver. See: Eel.
*Embryo, mite 301.
*Embryology, eel 157.
*Endothelium, *capillaries 121.
*Energy 27, 45.
*England. See: *Great-Britain.
Engraver 87-89, 97, 101, 109, 253, 307, 311.
**Enterobius vermicularis* 329.
**Entomobryidae* 291.
Envelope. See: Cocoon.
*Epipharynx, flea 235.
*Erythrocytes 15, 17, 21, 53, 117, 121, 153-157, 325.
eel 145.
*Evaporation, *organisms 223-225.
Excrements, flea 221, 249, 255.
mite 313-315.
Eye, animals 79.
calf 81.
fishes 79.
louse 291.
mite 309.
tiny fly 65.
See also: Cornea, Humour crystalline.
Eyeballs, mite 309.

F.

Fat 117.
Feather 57.
*barbs 73, 77-79.
*barbules 73, 77-79, 183, 207.
*central axis 73, 79, 85, 99.
colours 183-184, 207-211, 349.
globules 77.
*goose 71.
*medulla 73, 77.
parrot 184, 209, 349.
*peacock 211.
*pith 73.
*quill 71-73.
*raven 71.
*shaft 71-79.
*swan 71.
thread 183. See also: *barbule.
*turkey 71.
*vane 73, 77.
vessels 75-77.
See also: Wing.
*Femur, flea 237.
Fermentation, *theory 49.
See also: Blood.
*Fever 29.
*Fibres, *muscle 71.
*Fibril 71.
Filaments, pine-wood 111.
quill 71.
rush 105.
Fir 87.
Fir-wood 83, 107-109.
*cross-fields 87.
*half-bordered pit pairs 87.
membrane 85.
*rays 87.
*tracheids 91, 111.
vessels 115.
woodpipes 85.
See also: Pine-wood.
Fisherman 145, 149, 153.
Fishes 145.
*blood circulation 179.
eyes 79.
humour crystalline 79.
intestines 169, 343, 347.
mites 301.
*parasitic worms 169.
roe 161.
seed 181.
stomach 347.
*tapeworm 153.
*trematode 159.
worms 167, 331-335.
See also: *Fresh-water fishes, Seafishes.
Fishmonger 155.
*Flatworms 325, 339.
Flea 61, 201, 291, 311.
*adult 231-233.
*aedeagus 243.
*anal segment 243.
*anal struts 223.
*anal stylets 243-245.
animalcules 223.
*antennae 223, 229.
*anus 245.
*apical seta 229.
arteries 247.
articulation 237.
*blood circulation 237.
blood-vessels 231, 237.
circulation 237.
claws 237-239.

cocoon 213-217, 225-227, 257.
copulation 217, 239-241, 245-249, 251-255, 263, 301.
corruption 231.
*coxa 237.
culture flask 255.
*diet 219.
*distal arms 243, 247.
dog 253-257.
egg 211-227, 249, 255-257.
*egg production 219.
*epipharynx 235.
excrements 221, 249, 255.
*femur 237.
food 219, 233.
*genital chamber 245.
globules 237.
growth 225.
hair 249.
head 221-223, 229, 233, 249-251.
horns 221-223, 231-233.
joints 231, 235-239, 249, 291, 307.
*jump 239.
killing 251.
Kircher, A. 255, 291.
knot 241, 247-249.
*labial palpi 235.
*laciniae 235.
*larva 213, 221-223, 249.
legs 231-239, 249.
*locomotion 249-251.
*mandibles 223.
*maxillary palpi 235.
mouth 223.
*mouth parts 231-233.
movement of saps 237.
muscle 235-237.
nit 257.
ovary 219.
*parameres 243.
*penis 247.
*piercing and sucking organ 233-235.
pigeon 213.
pupa 215-217, 227-231, 241, 257.
*rearing 221.
*reproduction 183, 199, 207, 231, 255, 259, 263, 267, 291, 321, 349.
seed 247.
*sexual organs 239-245, 251, 305, 309.
sheath 233-235.
stings 233-235.
*tarsus 237.
*telomeres 243.
tendon 235-237.
*thorax 223.
*tibia 237.
*tracheae 231, 237.
transformation 227-229, 259.
*trochanter 237.
*water equilibrium 225.
wing 239.
worms 213-217, 221-225, 229-231, 249-251, 255.
Flight-feather. See: Feather.
Float-grass 163.
Flour, beans 127.
globule 35, 123.
mites 301, 309-311.
peas 127.
rye 127.
seed 123, 127.
wheat 127.
See also: Wheat (grain).
*Flour-mite 289, 301.
Fluid. See: Sap.
*Fluorspar 363.
Fly 49, 184, 215-217, 317.
wing 57.
Fly (tiny), antennae 65-67.
eggs 65.
eyes 65.
leg 65.
tufts 65.
*Foley, M. 431.
Food, flea 219, 233.
mites 227-229.
*Fresh-water fishes, *tapeworm 335.
*Friedrich. See: *Holstein.
*Friedrich Wilhelm. See: *Brandenburg.
Frog, blood circulation 201.
*generatio spontanea 163.
*reproduction 350.
*worms 339.
Fruits 63-65.
apple 123-125.
globules 123.
medlar stone 127.
pear 123-125.
vessels 117.

G.

Garden 277.
Garden, G. 203, 427.
*Garden chervil. See: Chervil.
*Gas 27.
*blood serum 43.
*urine 43.
Generation, equivocal 183-185.
univocal 183-185, 349.
See also: *Reproduction.
*Generatio spontanea 199, 333, 349.
*criticism 163-167.
eel 143, 165.
frogs 163.
mite 311.
*Genital chamber, flea 245.
*Genital feelers, mite 303.
*Genital pores, *tapeworm 339.
Germ, globules 129.
medlar stone 125-129.
seed 129.

vessels 117.
*Ginger-water, *infusoria 179.
*Giornale de' Letterati 199.
Girdle 333-335.
Girdle-bream 333.
*Girdle worm 335.
Glass. See: Air.
Glass-furnace 43.
Globule, blood. See: *Erythrocytes.
broad worm 327-329.
canals 123.
ducts 129.
eel 153-157.
eggs 297, 301.
feather 77.
flea 237.
flour 35, 123.
fruits 123.
germ 129.
growth 123.
leaves 123.
maintenance 123.
medlar stone 125-127.
mercury 161.
mite 297.
*phosphorus 365-369, 373-375.
seed 123.
smoke 365-369.
*theory 123.
**Triaenophorus* 341.
vessels 123, 129.
wood 87-89, 93.
worms 325.
yolk 297.
See also: Flour.
**Glyceria maxima* 163.
**Glycyphagus domesticus* 309.
Gnat 49, 57, 139, 215, 271, 281.
*Gnathostoma, mite 307.
Goldsmith 371.
*Goose, feather 71.
See also: *Barnacle-goose.
*Grass, *ear 33.
*spikelet 185.
Grasshopper 273, 325.
*air-pipes 169.
blood 51.
blood-vessels 169.
green 51.
*propagation 287-289.
*reproduction 287.
*tracheae 169.
wing 63.
worms 289.
See also: *Locust.
*Grass sod, animalcules 289-291.
*Gravity, specific 17, 25.
Great-Britain, *Anne of 429.
*James II of 431.
Mary II of 173, 431.
*Grew, N. 85, 115, 179, 427.
*Grindl, J. F. 291, 427.
Growth 35, 63, 87, 273.
flea 225.
globules 123.
louse 293.
mite 297.
rush 107.
seed 125.
*tissues 121.
Gum Arabic 313.

H.

Haddock, *nematode 341.
worms 341.
*Haemoglobin 121.
Hair (as a linear measure), body 115, 365.
(as a measure) 45.
head 53, 101, 149, 155, 315.
horse 61.
Hair, flea 249.
hog 5, 33.
louse 291.
mite 307, 311.
worm 249.
See also: Wing.
*Ham, J. 119, 427.
*Hares, humour crystalline 79.
Head, **Acanthocephalus* 331.
**Acanthocephalus anguillae* 327.
**Bothriocephalus* 341.
broad worm 331.
flea 221-223, 229, 233, 249-251.
louse 291-295.
mite 307-309, 315.
*nematode 339.
*tapeworm 339.
**Triaenophorus* 331, 341.
worms 151, 325-331, 337, 343.
See also: Hair.
Heart 27-29.
Hen, yolk 297.
*Hermann, P. 427.
*Hermaphrodite, eel 181.
*slugs 181.
**Hoferellus* 147.
*Hofwijk 179.
Hog, hair 5.
Hog's hair brush 33.
*Holstein, Friedrich of 429.
Hooke, R. 39, 73, 77-79, 97, 184, 211, 235, 291, 427, 431.
Micrographia 183, 207.
Hooks, worms 151-153, 331, 339.
Horns, flea 221-223, 231-233.
worm 231.
Horse 67, 184, 273.
humour crystalline 79.
See also: Hair, Stallion.
*Hotton, G. 427.
*Hotton, P. 427.

*House-fly 215.
*Human flea 255.
copulation 241.
egg 225.
*larva 215.
*life cycle 215-217.
*rearing 215.
See also: Flea.
Humour crystalline 183, 207.
*birds 79.
*cattle 79.
*cow 79.
*fishes 79.
*hares 79.
*horse 79.
*lamellae 79-81.
*man 79.
*rabbits 79.
HUTTON 81.
*HUTTON, J. 429.
HUYGENS, C. 51, 71, 179, 193, 201, 429.
*HUYGENS, CHR. 15, 21, 45, 153, 179-181, 429.
air-pump 9.
*experiment 5.
*HYDE, A. 431.

I.

*Iatrochemistry 27-29.
Illness 29.
See also: Disease.
Inch 7-23, 41-43.
(as a linear measure) 229, 255, 333, 365.
*Infection of worms, man 169.
*Infusoria, *ginger-water 179.
*pepper-water 179.
*spices 179.
*water 179.
*Initials. See: Wood.
Insects 61, 184.
*blood-vessels 169.
egg 349.
*reproduction 179.
*tracheae 169.
See also: Wing.
*Intestinal tract, *nematodes. 339.
See also: Intestines.
*Intestinal worms 355.
*vertebrates 339.
Intestines 29-33.
animalcules 295-297.
crane-fly 285.
crystals 343-347.
eel 159, 327.
fishes 169, 343, 347.
juices 27.
salt particles 343, 347.
sand 345.
vessels 337-339.
worms 337, 341-343.
**Isotomidae* 291.

J.

*JAMES II. See: GREAT-BRITAIN.
*JOHANN GEORG II. See: *SAXONY.
Joints, flea 231, 235-239, 249, 291, 307.
louse 291.
mite 307.
Juices 27, 49, 55.

K.

Kidneys 117.
See also: *Mesonephros.
KIRCHER, A. 259, 429.
flea 255, 291.
louse 291.
Onderaartsche Werelt 257.
Knot, flea 241, 247-249.
mite 305.
*Koele-koele 209.
*KRAFT, J. D. 359-361, 375, 429.
„Kuffelaars" colour 209.
*KUNCKEL, J. 361, 429.

L.

*Labial palpi, flea 235.
*Laciniae, flea 235.
**Lamellibranchiata* 341.
*Larva, *chicken flea 213.
*cocoon 227.
*crane-fly 263.
*daddy-longleg 273.
**Diptera* 291.
eel 141.
egg 225.
flea 213, 221-223, 249.
*human flea 215.
*locomotion 249-251.
mite 299-301, 311.
*rat flea 213.
*thrips 291.
**Tipula paludosa* 275.
*Larynx 55.
Leather-jacket 267, 325, 355.
cocoon 275.
*number 287.
*pasture 271-275.
pupa 275-277.
*pupation 275-277.
*reproduction 263.
skin 275-277.
transformation 277.
worm 277, 283, 287-289, 321.
Leaves 63-65.
colour 35.
globules 123.
vessels 117, 129.
vine 287.
*LEEUWEN, C. VAN 429.

*Leeuwen, Cl. Jz. van 267, 429.
*Leeuwen, J. van 429.
*Leeuwen, M. van 429.
*Leeuwen, N. van 429.
Leeuwen, Ph. van 267, 350, 429.
Leeuwenhoek, A. van, *mezzotint 193.
*panegyric 193-197, 201.
*Leeuwenhoek, C. van 267, 429.
*Leeuwenhoek, M. van 429.
Legs, flea 231-239, 249.
louse 293, 307.
mite 303, 307-309, 313-317.
tiny fly 65.
*Leptocephali. See: Eel.
**Leptothrix* 139.
buccalis 141.
**Leuciscus rutilus* 335.
**Libellulidae* 51.
*Life cycle, *daddy-longleg 271.
*human flea 215-217.
*tapeworm 341.
Light of nature 363-371.
**Ligula*, *plerocercoid 341.
**Ligula intestinalis*, *plerocercoid 335.
Limbs, animalcules 295.
Lime-tree, wood 107.
Lime-wood 83.
vessels 115.
wood-pipes 115.
Liquids. See: Sap.
*Liverfluke, *sheep 339.
*Locomotion, *larva 249-251.
See also: Movement.
*Locust, *plague 287.
**Locusta viridissima* 287.
**Locustidae* 287.
Louse 61, 257, 267, 311, 325.
antennae 291-293.
blood circulation 293-295.
brain 295.
eyes 291.
gullet 293.
hair 291.
head 291-295.
joints 291.
Kircher, A. 291.
leg 293, 307.
muscle 293, 307.
nipple 293-295.
*reproduction 291.
sheath 295.
skin 307.
sting 293-295.
vessels 295.
*Lower, R. 27, 429.
**Lumbricus latus* 325.
*Lumen naturale. See: Light of nature.
*Luminescence, *phosphorus 359-363, 375.
Lungs 29, 55.
air 27.
animals 85, 237.

M.

*Magliabechi, A. 153, 193, 429.
Maintenance, globules 123.
*tissues 121.
*Male Fern 337.
*Malpighi, M. 85, 93, 431.
*Mammals, *cornea 81.
Man, blood-vessels 169.
broad worm 325-329.
cornea 81.
humour crystalline 79.
*infection of worms 169.
*tapeworm 329, 333.
worms 167, 329, 333.
*Mandibles, flea 223.
Mary II. See: Great-Britain.
*Matter, *subtle 11, 27, 45.
*Maxillary palpi, flea 235.
Measuring, art of 15.
Meat, mite 309-311.
Medicine 337.
*Medlar. See: Medlar stone.
Medlar stone, arteries 127.
canals 127.
flour 127.
fruit 127.
germ 125-129.
globules 125-127.
membrane 125.
*ovule 125.
*pericarps 125.
*pit chamber 127.
*pits 127.
seed 123-127.
seed-capsule 123-125.
vessels 123-127.
*Medulla, feather 73, 77.
tree 91.
Membranes, animals 101.
cornea 79-81.
fir-wood 85.
medlar stone 125.
rush 101-107.
*thickenings of the wall 85.
vessels 117.
wood 87-89, 93.
wood-pipe 83.
See also: Wing.
Mercury 349.
*barometer 13.
globule 161.
syringe 161.
*Mesonephros, eel 145.
See also: Kidneys.
**Mespilus germanica*. See: Medlar stone.
*Metamorphosis, *pigeon flea 213-215.
**Micrococci* 137.
**Microlepidoptera*. See: Moth.
Mineral 363.
Mirror 133-135.

Mite 184, 289, 321, 325, 355.
*adults 301, 311.
*ambulacrum 307.
*anal opening 305.
balls 303.
cheese 309, 317.
*chelicerae 307.
claws 307, 311-313.
cold 317.
copulation 263, 301-307, 311.
*copulation opening 303-309.
*development 311.
*digitus fixus 307.
*digitus mobilis 307.
eggs 297, 307, 311, 317.
*egg vent 309, 313.
*embryo 301.
excrements 313-315.
*eye 309.
eyeballs 309.
fish 301.
flour 301, 309-311.
food 227-229.
*generatio spontanea 311.
*genital feelers 303.
globules 297.
*gnathostoma 307.
growth 297.
hair 307, 311.
head 307-309, 315.
joints 307.
knot 305.
*larva 299-301, 311.
legs 303, 307-309, 313-317.
meat 309-311.
mouth 307, 315.
*nymphs 301.
*penis 303-307.
*reproduction 263, 267, 297, 311, 349.
*setae verticales internae 309.
*sexual organs 303-309.
*suckers 305.
*term of life 311-317.
*testicles 303.
Moth 49, 139.
wing 57.
*Moth-fly 65.
Motion. See: *Locomotion, Movement.
Mouth, flea 223.
mite 307, 315.
*nematode 339.
*pinworm 339.
saliva 27.
*tapeworm 339.
worms 337.
See also: *Tartar.
*Mouth parts, flea 231-233.
Movement, animalcules 135, 139.
blood 27-29.
sap 237.
See also: *Locomotion.
Mover. See: Muscle.
**Musca domestica* 215.
Muscle, flea 235-237.
louse 293, 307.
*Muscular elements, *tape-worms 327.

N.

Nails 117.
Nature, provident 347.
See also: Light of nature.
Navel. See: Eel.
Navel-blood. See: Eel.
**Nemathelminthes* 339.
*Nematodes, *anus 339.
cod 341.
eel 329-331.
haddock 341.
head 339.
*intestinal tract 339.
mouth 339.
*viviparity 151.
**Nereis pelagica* 343.
virens 343.
*Nerves 49, 53, 63.
See also: Sinew.
Nipple, louse 293-295.
*Nitrogen 17.
**Noctuidae*. See: Owlet-Moth.
*Nose, *observation 135.
Nourishment 63.
See also: Food.
*Nymphs, mite 301.

O.

Oat grass, drawing 185.
*Oncospheres 325.
**Triaenophorus* 341.
**Onychiuridae* 291.
Organ. See: *Sexual organs, Reproductive organ.
*Organisms, *evaporation 223-225.
**Oribatidae* 289.
*Oudaen, J. 431.
Ovary, crane-fly 277.
flea 219.
*Owl Midge 65.
Owlet-Moth 49.
*wing 183.
Owlet-Moth (grey) 63.
eggs 59.
Owlet-Moth (white) 57, 63.
Ox 67.
See also: Calf, Cattle, Cow.
*Oxidation, *phosphorus 361, 371-373.
*Oxygen 17, 21.
**Oxyuris* 339.
vermicularis 329.

P.

Pachytylus cinerascens 287.
migratorius 287.
*Palatinate, Johann Wilhelm of the 427.
*Parakeet, *anatomy 184.
*Parameres, flea 243.
*Parasites, *bladder 157.
eel 143, 147-157.
intestinal 143, 153.
*sporozoa 147, 155.
*Parasitic worms, fishes 169.
*reproduction 331-333.
*Parenchyma, *pine-wood 87.
*pulp 123.
rush 101.
wood 91.
Parrot, feather 184, 209, 349.
Partitions, rush 95-97, 101-103.
*Pasture, *leather-jacket 271-275.
Pea (as a measure) 363.
Peas, flour 127.
*starch 123.
*Peacock, feather 211.
Pear, fruits 123-125.
globule 123.
Peat 365.
Pellicle. See: Membrane.
Pen 71.
writing 75.
*Penis, flea 247.
mite 303-307.
*Pepper-water, *infusoria 179.
Perch, roe 161-163.
*Pernicious anemia, children 339.
Pewter 135.
*Phagocytes. See: Blood.
**Phasgonura viridissima* 51.
See also: Grasshopper.
Philosophers 375.
Philosophical Transactions 185, 199, 267, 327, 350.
*Phosphoric acid 365.
*Phosphorus 355.
*Balduin's 363.
burning 373.
globules 365-369, 373-375.
*keeping 375.
*luminescence 359-363, 375.
*oxidation 361, 371-373.
*preparation 361, 375.
*properties 359-363.
smoke 363-369.
*solid 359, 363.
*suspension 359, 373.
*urine 361.
*white 359.
*yellow. See: *white.
*Phosphorus pentoxide 359.
Physician 27, 31-33, 39, 47, 57.
See also: Doctor of Medicine.
**Picea abies*. See: Fir-wood.
*Piercing and sucking organ, flea 233-235.
**Pieris*. See: Cabbage White.
*Pig, *cornea 81.
Pigeon, flea 213.
*Pigeon flea, *metamorphosis 213-215.
Pike, roe 161-163.
Pin (as a cubic measure) 361-363.
(as a linear measure), ordinary 341.
small 371.
Pine, Scotch 87.
See also: Fir-wood.
Pine-wood 83.
air-pipe 107-113.
air-vessels 109.
arteries 113.
*bordered pits 109.
cleavage 113.
*crossfield 87.
*fenestriform pits 87.
filaments 111.
*parenchyma cells 87.
*rays 87, 111-113.
*resin ducts 115.
*tracheids 87, 91, 109-113.
vessels 109-113.
wood-arteries 111.
wood-pipe 107-113.
*xylem 117.
See also: Fir-wood.
**Pinus sylvestris*. See: Pine-wood.
*Pinworm 341.
children 329, 337-339.
*digestive tract 339.
mouth 339.
Pipes, pine-wood 111.
rush 97-109.
wood 71, 81-83, 87-93, 97, 107-109, 117.
Piss. See: Urine.
Pitch 89.
*Pit chamber, medlar stone 127.
Pith, feather 73.
tree 91.
*Pits, *fir-wood 87.
medlar stone 127.
pine-wood 87, 109.
wood 89, 93.
See also: Medlar stone.
Plants 87, 95.
See also: Wheat (grain).
*Plasma. See: Blood.
**Plathelminthes* 339.
*Plerocercoid, **Ligula* 341.
**Ligula intestinalis* 335.
Plume. See: Feather.
**Poduridae* 291.
Poets 199.
Poplar 57-59.
wood 83.
**Populus alba*. See: Abele.
nigra. See: Poplar.

Porpoise 145.
*Pressure, *atmospheric 13, 21.
Procreation. See: *Reproduction.
Professor 33.
*Proglottides, **Bothriocephalus* 341.
***Taenia* 341.
*tapeworm 339.
***Triaenophorus* 341.
*Propagation, grasshopper 287-289.
**Pseudomonas* 137.
**Psychoda alternata* 65.
**Psychodidae* 65.
**Pulex irritans* 215, 241.
*Pulp, *parenchyma 123.
Pupa, flea 215-217, 227-231, 241, 257.
leather-jacket 275-277.
*Pupation, leather-jacket 275-277.
Putrefaction 143.
animalcules 165-167.
animals 199, 263.
birds 167.
chicken 167.

Q.

Quill 89.
birds 83-85.
feather 71-73.
filaments 71.
vessels 71-75, 79.
See also: Wing.

R.

*Rabbits, humour crystalline 79.
Rabus, P. 193, 197-201, 263, 431.
Rainwater. See: Water.
*Rat flea, *larva 213.
*Raven, feather 71.
*Ray, fir-wood 87.
pine-wood 87, 111-113.
wood 83, 89-91.
*Redi, F. 153, 161, 291, 311, 427, 431.
*Reproduction 165-167, 211, 219, 329, 333.
animalcules 141.
animals 155, 163, 179, 199-201.
eel 141-145, 149, 155, 159-161, 179, 183.
fleas 183, 199, 207, 231, 255, 259, 263, 267, 291, 321, 349.
frog 350.
grasshopper 287.
insects 179.
leather-jacket 263.
louse 291.
mite 263, 267, 297, 311, 349.
*parasitic worms 331-333.
worms 267.
Reproductive organ, eel 147-149, 153-161.
Resin 89.
*Resin ducts, pine-wood 115.
*wood of conifers 115.
Rind, corn 33.
vessels 117.
River fish, roe 161.
Riversand 345.
Roach 163.
broad worm 335.
roe 161.
worms 335.
*Rock-dove, *pigeon flea 213.
Roe, bream 161.
eel 161.
perch 161-163.
pike 161-163.
river fish 161.
roach 161.
*Rohault, J. 297.
*Ros, A. M. 427.
*Roundworms 339.
children 337.
Royal Society 5, 35, 133, 185, 211, 267, 321, 325, 349, 355, 363, 375.
Rush 163.
*actinenchyma 95-97, 105.
*air ducts 95-99.
*air tube 51.
blood-vessel 99-105.
*diaphragm 51, 95-97, 103.
filament 105.
growth 107.
membrane 101-107.
*parenchyma 101.
partitions 95-97, 101-103.
pipes 97-109.
*tissue discs 95, 103.
*vascular bundles 95, 99-103.
vessels 95-97, 103-107.
Rye, bloom 33.
flour 127.

S.

**Salix*. See: Willow.
Salt, excrements 221.
*structure 347.
Salt particles, intestine 343, 347.
Salterns 343.
Sand (as a cubic measure) 195, 345.
Sand (as a linear measure), coarse 11, 35, 77, 91, 107, 111, 127, 135-137, 159, 169, 373.
fine 225, 345, 373.
ordinary 21.
Sand, angles 345.
cod 345.
colour 345.
intestine 345.
*Sand launce 341.
*Santonin 337.
Sap 63.
*conduction 83, 87, 93, 111, 117-119.
movement 237.
*pressure 91.

thin 119-121.
**Sarcoptes scabiei* 297.
*Saxony, Johann Georg II of 429.
Scales, cornea 81.
See also: Wing.
**Schistocerca gregaria* 287.
*Schmidt, J. 143.
**Scirpus lacustris*. See: Rush.
**Scophthalmus maximus* 331.
Screens. See: Partitions.
Sea-fish, worms 329.
*Sea Wormwood 337.
Sections. See: Worms.
Seed, chervil 5, 29-31.
crane-fly 277.
eel 153.
fishes 181.
flea 247.
flour 123, 127.
germ 129.
globule 123.
growth 125.
medlar stone 123-125.
red currant 31.
*tobacco 123.
vessels 117, 125.
See also: *Spermatozoids.
Seed-capsule, medlar stone 123-125.
Segments, **Diphyllobothrium* 325, 329.
**Taenia* 329.
*tapeworms 327.
**Triaenophorus* 327-329.
worms 325-329.
Semen santonici 337.
Serum. See: Blood.
*Setae verticales internae, mite 309.
*Sexual opening, eel 147.
*Sexual organs 197.
flea 239-245, 251, 305, 309.
mite 303-309.
*Shaft, feather 71-79.
Shark 145.
Sheath, flea 233-235.
louse 295.
Sheep 184.
*liverfluke 339.
Shell, egg 225, 283, 297, 301, 307.
Shellfishes 341.
*Short-sightness, draughtsman 225, 233.
*Sieve tubes 63.
Silk, colour 349.
Silk-worm 57, 63.
cocoon 229.
cornet 227.
*Silver eel. See: Eel.
Silversmith 371.
Sinew. See: Wing.
Skin, animals 295.
eel 143, 165.
hog's hair 33.
leather-jacket 275-277.
louse 307.
red spots 29.
sores 29.
worms 343.
*Slugs, *hermaphrodite 181.
Smallpox 29.
Smoke, globules 365-369.
*phosphorus 363-369.
Sperm, egg 349.
*Spermatozoa 119.
egg 350.
*Spermatozoids, *cod 179.
*Spices, *infusoria 179.
*Spiral vessels. See: Wood.
**Spirillum* 139.
*Spirochaete 139.
Spittle 135.
*Sporozoa, parasitic 147, 155.
*Springtails 291.
Stallion, copulation 253.
See also: Horse.
*Starch 35.
*peas 123.
*wheat 123.
Stings, flea 233-235.
louse 293-295.
*Stokes, law 25.
Stomach 29-31.
acid 27.
fish 347.
worms 341.
Stone. See: Medlar stone, Urine.
Stuart, Mary. See: Great-Britain.
Study 23, 39, 47, 193, 275, 289, 367.
*Stylets (anal), flea 243.
*Suckers, mite 305.
worms 339.
Surgeon 27, 39-41, 47, 57.
*Swammerdam, J. 291, 431.
*Swan, feather 71.
*Sweden, Charles XI of 429.
Syringe, mercury 161.

T.

**Taenia*, eggs 341.
*proglottides 341.
segments 329.
**Taenia saginata* 327.
eggs 325.
*gravid segments 325.
**Tanacetum vulgare* 337.
Tansy 337.
*Tapeworm 185, 325.
bream 335.
children 337.
eel 329, 333.
eggs 339.
*fishes 153.
*flexibility 327.
*fresh-water fishes 335.

*genital pores 339.
head 339.
*life cycle 341.
man 329, 333.
*mouth 339.
*muscular elements 327.
*proglottides 339.
segments 327.
turbot 331-333.
*water-fowl 335.
Tar 89.
*Tarsus, flea 237.
*Tartar, *animalcules 207.
*bacteria 179.
*examination 133-141.
*Telomeres, flea 243.
*Temperature, eggs 317.
*Tendon 53.
flea 235-237.
See also: Sinew.
**Terebrantia* 291.
*Term of life, mite 311-317.
*Testicles, mite 303.
Thimble (as a cubic measure) 369.
*Thorax, flea 223.
Thread. See: Feather, *barbule, thread.
*Thrips, *larva 291.
**Thysanoptera* 291.
*Tibia, flea 237.
**Tilia cordata* 115.
platyphyllos 115.
**Tipula czizeki* 271.
**Tipula oleracea* 271.
**Tipula paludosa* 271, 285.
*eggs 273.
*larva 275.
**Tipulidae* 263, 273.
*copulation 285.
eggs 283.
*Tissue, *growth 121.
*maintenance 121.
*Tissue discs, rush 95, 103.
*Tobacco, *seeds 123.
*Torricelli, *vacuum 5.
*Tracheae 49, 53-55, 61-63, 85.
flea 231, 237.
grasshopper 169.
*insects 169.
*wood 57, 63.
*Tracheids, fir-wood 91, 111.
*lamella 109.
*pine-wood 87, 91, 109-113.
*wood 85, 89-93.
Transformation, caterpillars 229.
flea 227-229, 259.
leather-jacket 277.
worms 275-277, 289.
Tree, pith 91.
**Trematoda diginea,* eel 329.
*Trematode, eel 159.
fishes 159.
**Triaenophorus* 153, 339.
eggs 341.
globules 341.
head 331, 341.
*oncospheres 341.
*proglottides 341.
segments 327-329.
**Triaenophorus lucii,* eel 329.
*Trochanter, flea 237.
**Trypanus cossus* 59.
**Tubulifera* 291.
Tumbler 145.
Turbot, **Bothriocephalus* 333.
broad worm 333.
*tapeworm 331-333.
worms 329-331.
*Turkey, feather 71.
**Tursiops truncatus* 145.
*Tuscany, Anna Ludovica of 427.
Cosimo III of 427.
*Tyroglyphids 227.
**Tyroglyphus farinae* 301.
**Tyrolichus casei* 309.
*Tyson, E. 327, 339, 431.

U.

Urine 29-31, 45.
*phosphorus 361.
stone 31.
See also: Air, *Gas.

V.

*Vacuum 5, 11.
*Vane, feather 73, 77.
Vapour. See: Smoke.
*Vascular bundles, rush 95, 99-103.
*Vascular system, *vertebrates 169.
*Vas deferens, *cock 179.
Veins 47, 65, 121.
See also: Wing.
*Verdonck, M. 429.
*Verkolje, J. 431.
*mezzotint 193.
*Vermifuge 335-337.
*Vertebrates, *intestinal worms 339.
*vascular system 169.
See also: Animals.
Vessels 33-35, 49, 53-55, 61-63, 119.
animals 101.
bark 117.
*communicating 13.
crane-fly 285.
*daddy-longleg 281.
feather 75-77.
fir-wood 115.
fruits 117.
germ 117.
globules 123, 129.
intestine 337-339.

leaves 117, 129.
lime-wood 115.
louse 295.
medlar stone 123-127.
membrane 117.
pine-wood 107-113.
quill 71-75, 79.
rind 117.
rush 95-97, 103-107.
seed 117, 125.
wood 67, 83-93, 107-109, 117.
See also: Air-vessels, Blood, Blood-vessels, *Tracheae, Wing.
**Vibrio sputorum* 137.
Vine 35.
leaf 287.
*Vinegar, *bacteria 135.
*Viviparity, eel 143, 151, 165.
*nematode 151.

W.

Waller, R. 3-5, 31-35, 71, 183-185, 189, 207-211, 219, 263, 267, 271, 321, 349-350, 355, 431.
Water 9, 17.
*air-free 15.
boiled 13-15.
compression 11.
*infusoria 179.
rain 7, 13, 17, 27, 41, 39-41.
unboiled 15.
See also: Air, Urine.
*Water equilibrium, flea 225.
*Water-fowl, *tapeworm 335.
*Water-vapour 9, 13-15.
Weighing, art of 15.
Whale 145.
Wheat, bloom 33.
*bran 5.
flour 127.
fruit 33.
*starch 123.
Wheat (grain), bark 33-35.
bran 33.
flour 33-35.
membrane 35.
*pericarp 33-35.
plant 33.
*seed-coat 33-35.
*Whey. See: Blood, serum.
*William III, stadtholder-king 429-431.
Willow 57-59.
wood 83.
*Windpipe 55, 85.
Wing 65.
*alveoli 55, 61.
arteries 63.
blood circulation 63.
blood-vessel 51-63.
bones 59-61.
butterfly 57, 183.
cuticle. See: membrane.
feather 57-63.
flea 239.
fly 57.
grasshopper 63.
hair 49-51, 55-57, 65-67.
holes 61.
membrane 49-67.
moth 57.
owlet-moth 183.
pits 61.
quill 49, 55, 61.
*rib 49, 53, 57, 63.
*scale 49-51, 55-57, 61.
sinews 49-57.
veins 49, 63.
vessels 51, 55-57.
Womb 197.
eel 145, 149-161, 165-167, 179.
Wood 119.
abele 83, 107.
air-vessels 93, 107, 117.
anatomy 71, 183-184.
arteries 107-111, 117, 121.
*band 83.
bark 91-93.
blood-vessels 107.
*bordered-pits 89.
*cambium 93.
*cleavage 91.
*conifers 85-87.
*cross-fields 93.
fir 109.
globules 87-89, 93.
*half-bordered pit pairs 93.
*initials 93.
membranes 87-89, 93.
*parenchyma 91.
pipes 71, 81-83, 87-93, 97, 107-109, 117.
*ray 83, 89-93.
*secondary 71.
*spiral vessels 85.
*tracheae 57, 63.
*tracheids 85, 89-93.
*valves 91.
vessels 83-93, 107-109, 117.
willow 83.
Woodpipes, fir-wood 85.
lime-wood 115.
pine-wood 107-113.
Wool, colour 184, 209-211, 349.
Worms 271.
animals 329, 333.
bream 333.
children 329, 333-339.
chyle 331, 335-343.
cod 341-343.
contraction 327.
eel 149-153, 327-331, 335.
egg 225, 285.
elongation 327, 331.

fishes 167, 331-335.
flea 213-217, 221-225, 229-231, 249-251, 255.
*frog 339.
globules 325.
grasshopper 289.
haddock 341.
hair 249.
head 151, 325-331, 337, 343.
hooks 151-153, 331, 339.
horns 231.
intestine 337, 341-343.
leather-jacket 263, 273-277, 283, 287-289, 321.
man 167, 329, 333.
mouth 337.
red 59.
*reproduction 267.
roach 335.
sea-fish 329.
sections 151.
segments 325-329.
skin 343.
stomach 341.
*suckers 339.
transformation 275-277, 289.
turbot 329-331.
See also: *Infection, *Intestinal worms, *Parasitic worms, *Vermifuge.
Wormseed 337.

X.

*Xylem, pine-wood 117.

Y.

Yolk, globules 297.
hen 297.

Z.

**Zoarces viviparus* 149.
Zuilichem, lord of. See: Huygens, C.

LIJST DER FIGUREN EN AFBEELDINGEN [1]

Titelplaat	MARIA II, koningin van Groot-Brittannië.	
Plaat I	Fig. I-II.	Luchtpomp.
	Fig. III-IV.	Tarwekorrel.
„ II	Afb. 1-2.	Luchtpomp.
	Afb. 3-4.	Tarwekorrel.
„ III	Afb. 5.	Luchtpomp.
„ IV	Fig. V.	Vleugel van een *graeuwen Uijl.*
„ V	Fig. VI-VIII.	*Vliegje.*
„ VI	Afb. 6-7.	Vogelveer.
„ VII	Fig. IX-XII.	Vogelveer.
	Afb. 8.	Slagveer.
	Afb. 9.	Borstveer.
„ VIII	Fig. XIII.	*Sparre.*
	Fig. XIV-XV.	*Hout-pijpjens.*
	Afb. 10.	Grenenhout.
	Afb. 11.	Vurenhout.
„ IX	Afb. 12.	Grenenhout.
	Afb. 13.	Vurenhout.
„ X	Fig. XVI-XIX.	Mattenbies.
„ XI	Afb. 14.	Mattenbies.
	Fig. XX.	Mattenbies.
„ XII	Fig. XXI-XXII.	*Greijne of Sparre Hout.*
	Afb. 15.	Grenenhout.
„ XIII	Afb. 16.	Grenenhout.
	Fig. XXIII.	*Sparre-boomen-Hout.*
	Fig. XXIV.	*Horisontale vaatgens.*
„ XIV	Afb. 17.	*Grenenhout.*
	Fig. XXV.	Driedimensionaal model.
„ XV	Fig. XXVI.	Lindenhout.
	Afb. 18.	Hout van de Grootbladige linde.
„ XVI	Fig. XXVII.	Lindenhout.
	Afb. 19.	Hout van de Grootbladige linde.
	Afb. 20.	Hout van de Kleinbladige linde.
„ XVII	Fig. XXVIII.	Mispelsteen.
	Fig. LXXIII.	Geoxydeerd fosfor.
	Fig. LXXIV-LXXVII.	Instrumenten voor de bestudering van fosfor.
„ XVIII	Fig. XXIX-XXXIV.	Parasieten van paling.
	Fig. XXXV-XXXVII.	Paling.
	Fig. XXXVIII.	Injectiespuit voor kwikzilver.
	Fig. XXXIX-XLII.	Bacteriën in tandaanslag.
„ XIX	Fig. XLIII-XLVIII.	Mensenvlo.
„ XX	Fig. XLIX-LIII.	Mensenvlo.
„ XXI	Afb. 22.	Mensenvlo.
„ XXII	Fig. LIV-LVI.	Mensenvlo.
	Afb. 23.	Mensenvlo.
„ XXIII	Afb. 24.	Mensenvlo.
„ XXIV	Fig. LVII-LXI.	Mensenvlo.
	Fig. LXII.	*Glaasje* voor de bestudering van vlooien.
„ XXV	Afb. 25.	Mensenvlo.
„ XXVI	Fig. LXIII-LXVII.	*Hemelt* of *Spek-eeter.*
	Fig. LXVIII-LXIX.	Luis.
„ XXVII	Fig. LXX-LXXII.	Mijt.
	Afb. 26.	Mijt.

---

[1]) De gravures van LEEUWENHOEK afkomstig zijn aangeduid met *fig.* en Romeinse cijfers; bij de overige afbeeldingen staat *afb.* en een Arabisch cijfer.

LIST OF FIGURES AND ILLUSTRATIONS [1])

Frontispiece	MARY II, Queen of Great Britain.	
Table I	Figs I-II.	Air-pump.
	Figs III-IV.	Grain of wheat.
„ II	Ills 1-2.	Air-pump.
	Ills 3-4.	Grain of wheat.
„ III	Ill. 5.	Air-pump.
„ IV	Fig. V.	Wing of a *grey Owlet-Moth.*
„ V	Figs VI-VIII.	*Tiny Fly.*
„ VI	Ills 6-7.	Bird's feather.
„ VII	Figs IX-XII.	Bird's feather.
	Ill. 8.	Flight feather.
	Ill. 9.	Breast feather.
„ VIII	Fig. XIII.	*Common spruce.*
	Figs XIV-XV.	*Wood-pipes.*
	Ill. 10.	Common or Scotch pine.
	Ill. 11.	Common or European spruce.
„ IX	Ill. 12.	Common or Scotch pine.
	Ill. 13.	Common or European spruce.
„ X	Figs XVI-XIX.	Bulrush.
„ XI	Ill. 14.	Bulrush.
	Fig. XX.	Bulrush.
„ XII	Figs XXI-XXII.	*Common pine or common spruce wood.*
	Ill. 15.	Common or Scotch pine.
„ XIII	Ill. 16.	Common or Scotch pine.
	Fig. XXIII.	*Wood of Common spruce.*
	Fig. XXIV.	*Little horizontal vessels.*
„ XIV	Ill. 17.	*Common or Scotch pine.*
	Fig. XXV.	Three-plane model.
„ XV	Fig. XXVI.	Lime wood.
	Ill. 18.	Wood of Broad-leaved Lime.
„ XVI	Fig. XXVII.	Lime wood.
	Ill. 19.	Wood of Broad-leaved Lime.
	Ill. 20.	Wood of Small-leaved Lime.
„ XVII	Fig. XXVIII.	Medlar stone.
	Fig. LXXIII.	Oxidized phosphorus.
	Figs LXXIV-LXXVII.	Instruments for the study of phosphorus.
„ XVIII	Figs XXIX-XXXIV.	Parasites of eel.
	Figs XXXV-XXXVII.	Eel.
	Fig. XXXVIII.	Hypodermic syringe for mercury.
	Figs XXXIX-XLII.	Bacteria in dental tartar.
„ XIX	Figs XLIII-XLVIII.	Human flea.
„ XX	Figs XLIX-LIII.	Human flea.
„ XXI	Ill. 22.	Human flea.
„ XXII	Figs LIV-LVI.	Human flea.
	Ill. 23.	Human flea.
„ XXIII	Ill. 24.	Human flea.
„ XXIV	Figs LVII-LXI.	Human flea.
	Fig. LXII.	*Little flask* for the study of fleas.
„ XXV	Ill. 25.	Human flea.
„ XXVI	Figs LXIII-LXVII.	*Leather-jacket* or *Crane-fly.*
	Figs LXVIII-LXIX.	Louse.
„ XXVII	Figs LXX-LXXII.	Mite.
	Ill. 26.	Mite.

[1]) *Fig.* and Roman numerals stand for Leeuwenhoek's engravings. *Ill.* and Arabic numbers indicate the remaining illustrations.

Plaat	XXVIII	Afb. 27.	*Taenia saginata* L.
„	XXIX	Afb. 28.	*Diphyllobothrium sp.*
„	XXX	Afb. 29.	*Triaenophorus lucii* Mueller.
		Afb. 30.	*Ligula intestinalis* Goeze.
„	XXXI	Afb. 31.	Levenscyclus van *Diphyllobothrium.*
„	XXXII	Afb. 21.	THEODORUS CRANEN.

Table	XXVIII	Ill. 27.	*Taenia saginata* L.
„	XXIX	Ill. 28.	*Diphyllobothrium sp.*
„	XXX	Ill. 29.	*Triaenophorus lucii* Mueller.
		Ill. 30.	*Ligula intestinalis* Goeze.
„	XXXI	Ill. 31.	Life cycle of *Diphyllobothrium.*
„	XXXII	Ill. 21.	THEODORUS CRANEN.

INHOUD

	Bladz.
Voorwoord	II
Brief 120 [72], 22 april 1692	2
Brief 121 [73], 24 juni 1692	36
Brief 122 [74], 12 augustus 1692	68
Brief 123 [75], 16 september 1692	130
Brief 124, 23 september 1692	170
Brief van Christiaan Huygens, 20 oktober 1692	176
Brief van Richard Waller, 28 april 1693 O.S.	182
Brief 125, 1 juli 1693	186
Brief van Pieter Rabus, 18 augustus 1693	190
Brief van George Garden, 24 augustus 1693 O.S.	202
Brief 126 [76], 15 oktober 1693	204
Brief 127, 27 oktober 1693	260
Brief 128, 8 december 1693	264
Brief 129 [77], 20 december 1693	268
Brief 130, 19 januari 1694	318
Brief 131 [78], 24 januari 1694	322
Brief van Richard Waller, 31 januari 1693/4 O.S.	348
Brief 132, 12 februari 1694	352
Brief 133 [79], 24 februari 1694	356
Syntaktische verschijnselen in de taal van Antoni van Leeuwenhoek, door B. C. Damsteegt	376
Lijst van aangehaalde werken	415
Lijst van medewerkers	420
Maten en gewichten door Leeuwenhoek gebruikt	424
Biografisch register	426
Zaak- en naamregister	432
Lijst der figuren en afbeeldingen	464
Inhoud	468

CONTENTS

	Page
Preface	III
Letter 120 [72], 22 April 1692	3
Letter 121 [73], 24 June 1692	37
Letter 122 [74], 12 August 1692	69
Letter 123 [75], 16 September 1692	131
Letter 124, 23 September 1692	171
Letter from Christiaan Huygens, 20 October 1692	177
Letter from Richard Waller, 28 April 1693 O.S.	182
Letter 125, 1 July 1693	187
Letter from Pieter Rabus, 18 August 1693	191
Letter from George Garden, 24 August 1693 O.S.	203
Letter 126 [76], 15 October 1693	205
Letter 127, 27 October 1693	261
Letter 128, 8 December 1693	265
Letter 129 [77], 20 December 1693	269
Letter 130, 19 January 1694	319
Letter 131 [78], 24 January 1694	323
Letter from Richard Waller, 31 January 1693/4 O.S.	348
Letter 132, 12 February 1694	353
Letter 133 [79], 24 February 1694	357
Syntactic phenomena in the language of Antoni van Leeuwenhoek, by B. C. Damsteegt	376
List of quoted literature	415
List of co-workers	421
Weights and measures used by Leeuwenhoek	425
Biographical register	427
Index of names and subjects	448
List of figures and illustrations	465
Contents	469

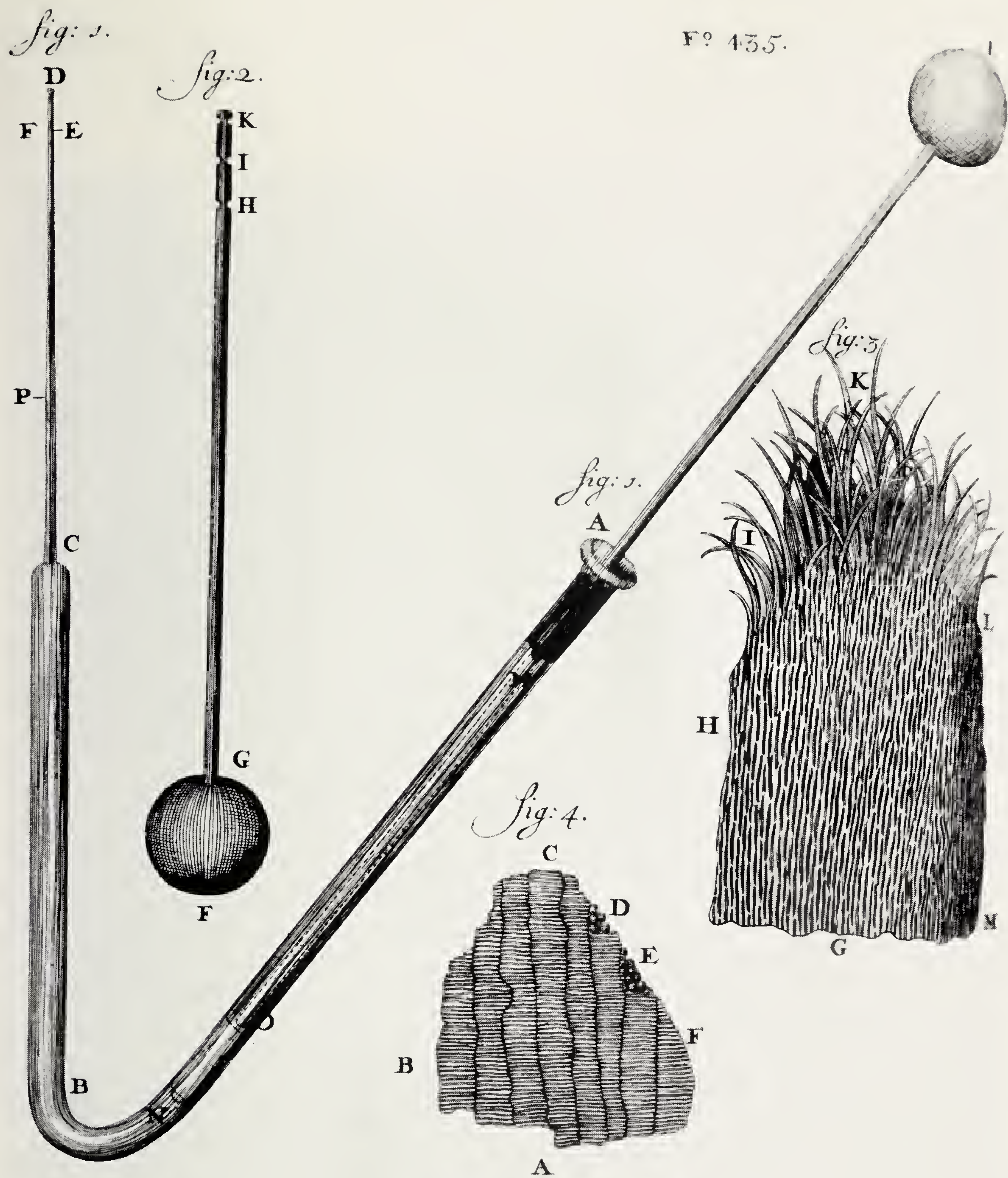
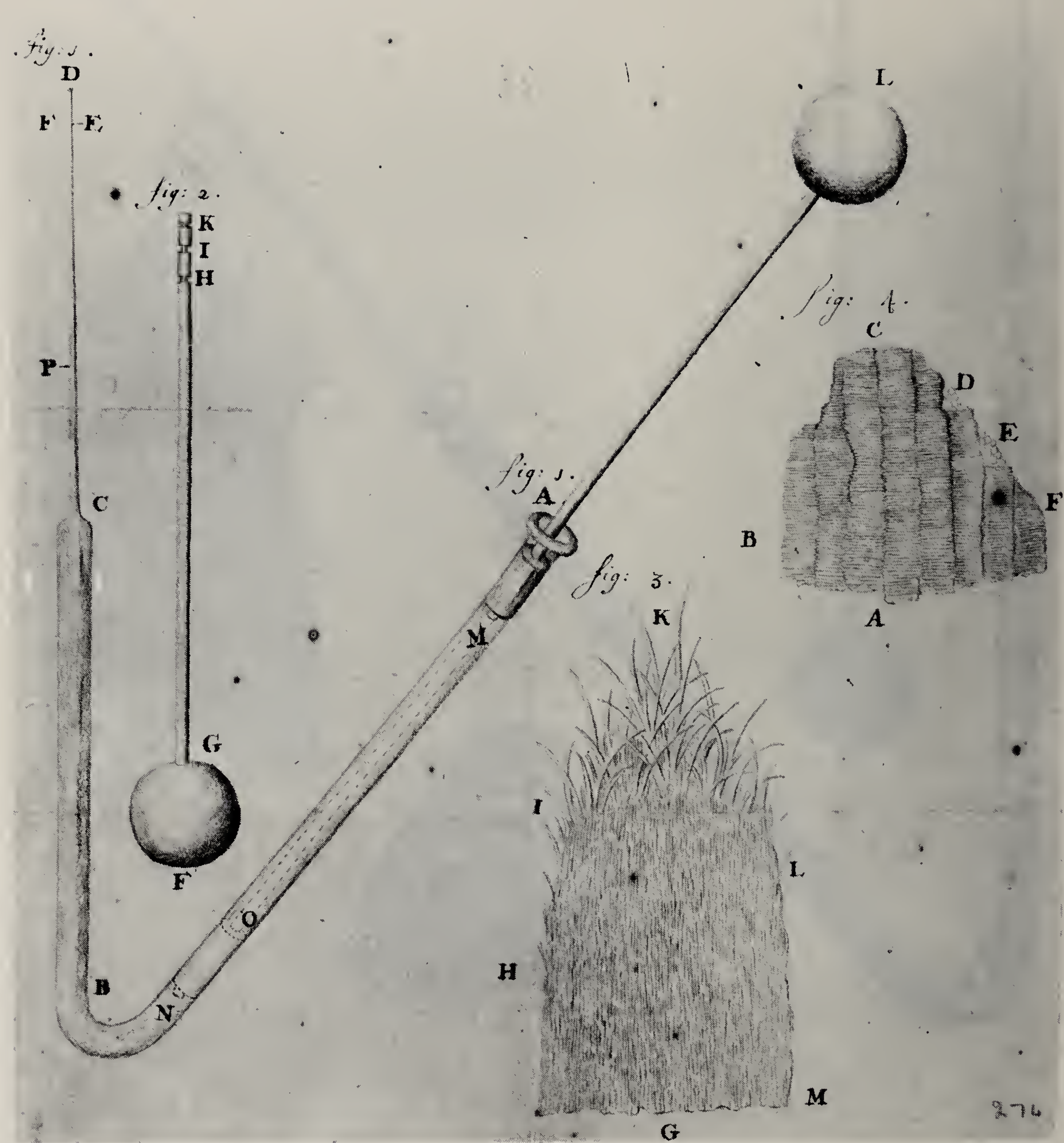


Fig. I-II. *Luchtpomp.* fig. 1 luchtpomp, fig. 2 pompstok. Uit: A. van Leeuwenhoek 1693: Derde Vervolg der Brieven, tussen blz. 434 en 435. – (Vgl. Brief 120 [72], blz. 4-6).

Fig. III-IV. *Tarwekorrel.* fig. 3 vruchtwand, fig. 4 zaadhuid. Uit: A. van Leeuwenhoek 1693: Derde Vervolg der Brieven, tussen blz. 434 en 435. – (Vgl. Brief 120 [72], blz. 32-34).

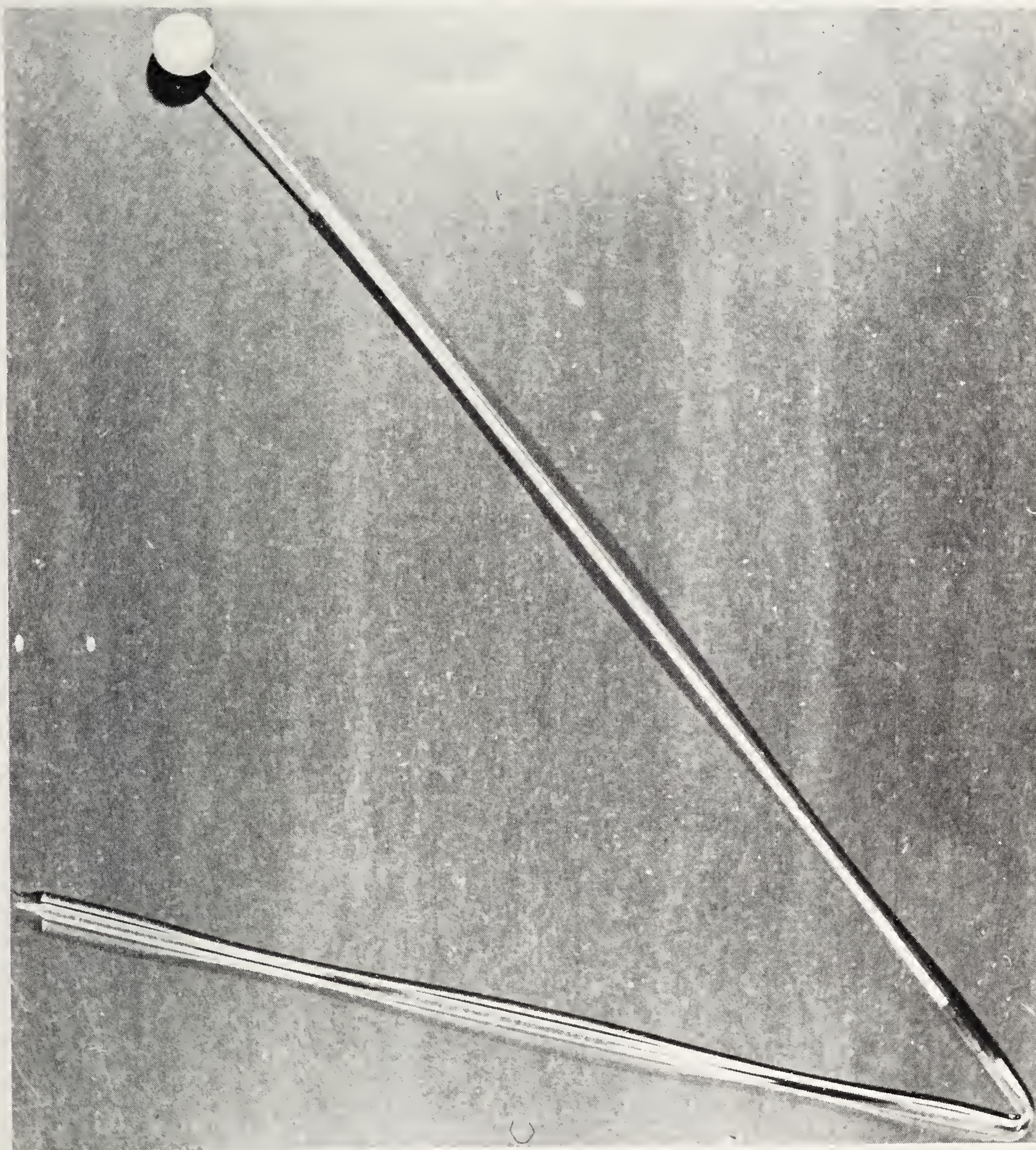
Fig. I-II. *Air-pump.* fig. 1 air-pump, fig. 2 plunger. From A. van Leeuwenhoek 1693: Derde Vervolg der Brieven, between p. 434 and 435. – (See Letter 120 [72], pp. 5-7).

Figs III-IV. *Grain of wheat.* fig. 3 fruitwall, fig. 4 seedcoat. From A. van Leeuwenhoek 1693: Derde Vervolg der Brieven, between p. 434 and 435. – (See Letter 120 [72], pp. 33-35).



Afb. 1-4. *Luchtpomp en tarwekorrel.* Tekening in rood krijt van Leeuwenhoek. Zie de voorgaande figuren I-IV. – (Vgl. Brief 120 [72], blz. 2).

Ills 1-4. *Air-pump and grain of wheat.* Drawing in red chalk sent by Leeuwenhoek. See the preceding figures I-IV. – (See Letter 120 [72], p. 3).



Afb. 5. *Luchtpomp*. Moderne reconstructie van Leeuwenhoek's luchtpomp vervaardigd door het Dierfysiologisch Laboratorium (Universiteit van Amsterdam). – (Vgl. Brief 120 [72], blz. 4-8).

Ill. 5. *Air-pump*. Modern reconstruction of Leeuwenhoek's air-pump made by the Laboratory for Animal Physiology (University of Amsterdam). – (See Letter 120 [72], pp. 5-9).

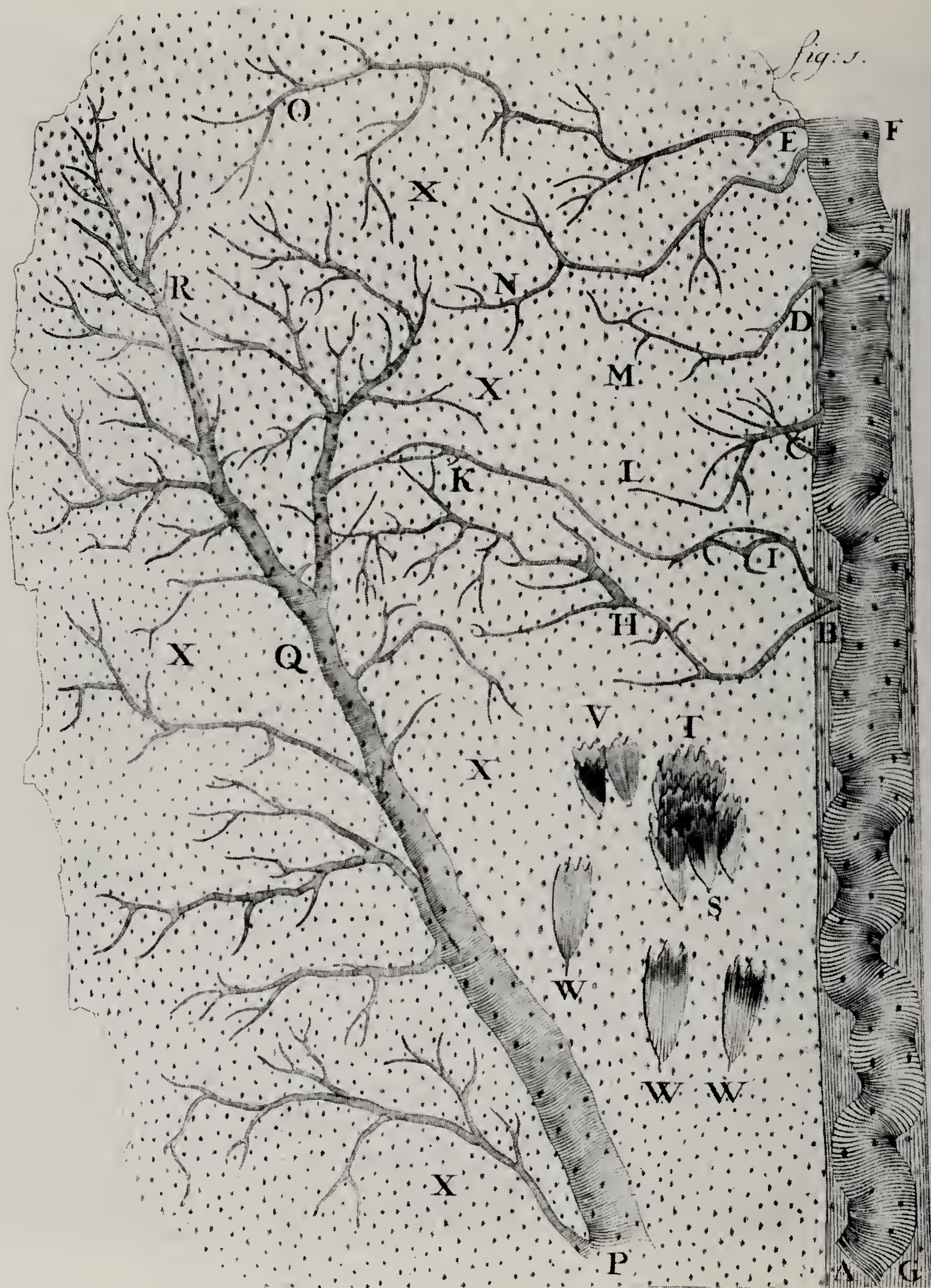


Fig. V. *Detail van de vleugel van een „graeuwen Uijl"*. Uit: A. van Leeuwenhoek 1693: Derde Vervolg der Brieven, tussen blz. 468 en 469. – (Vgl. Brief 121 [73], blz. 60).

Fig. V. *Detail of the wing of a „grey Owlet-Moth"*. From A. van Leeuwenhoek 1693: Derde Vervolg der Brieven, between p. 468 and 469. – (See Letter 121 [73], p. 61).

Fig. VI-VII. „*Vliegje*". fig. 2 „Vliegje" op ware grootte, fig. 3 vleugel. Uit: A. van Leeuwenhoek 1693: Derde Vervolg der Brieven, tussen blz. 468 en 469. – (Vgl. Brief 121 [73], blz. 64).

Figs VI-VII. *A „tiny Fly"*. fig. 2 „Tiny Fly" at natural size, fig. 3 wing. From A. van Leeuwenhoek 1693: Derde Vervolg der Brieven, between p. 468 and 469. – (See Letter 121 [73], p. 65).

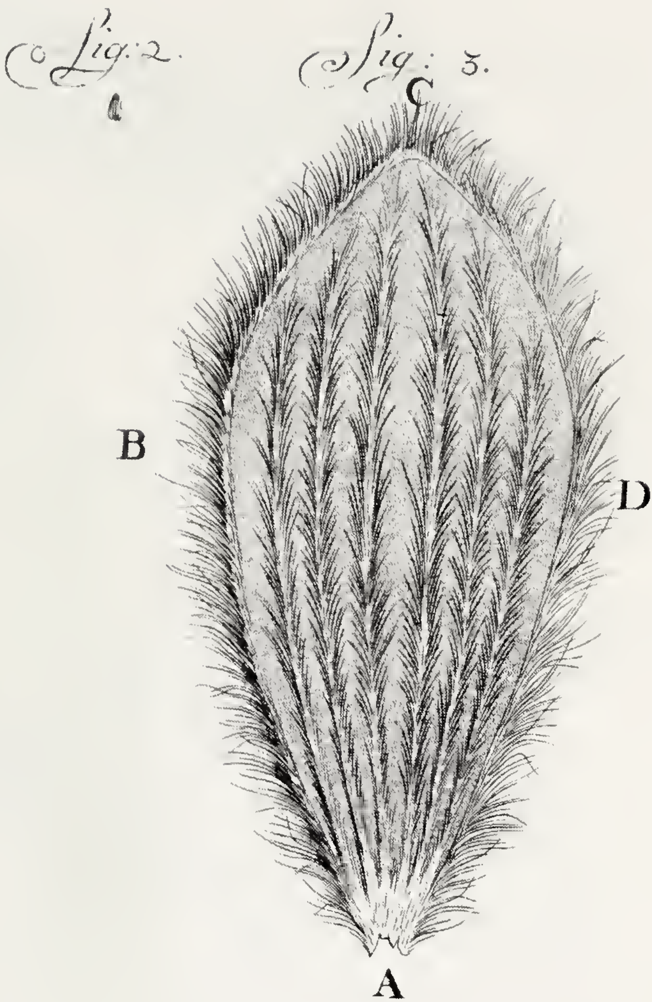
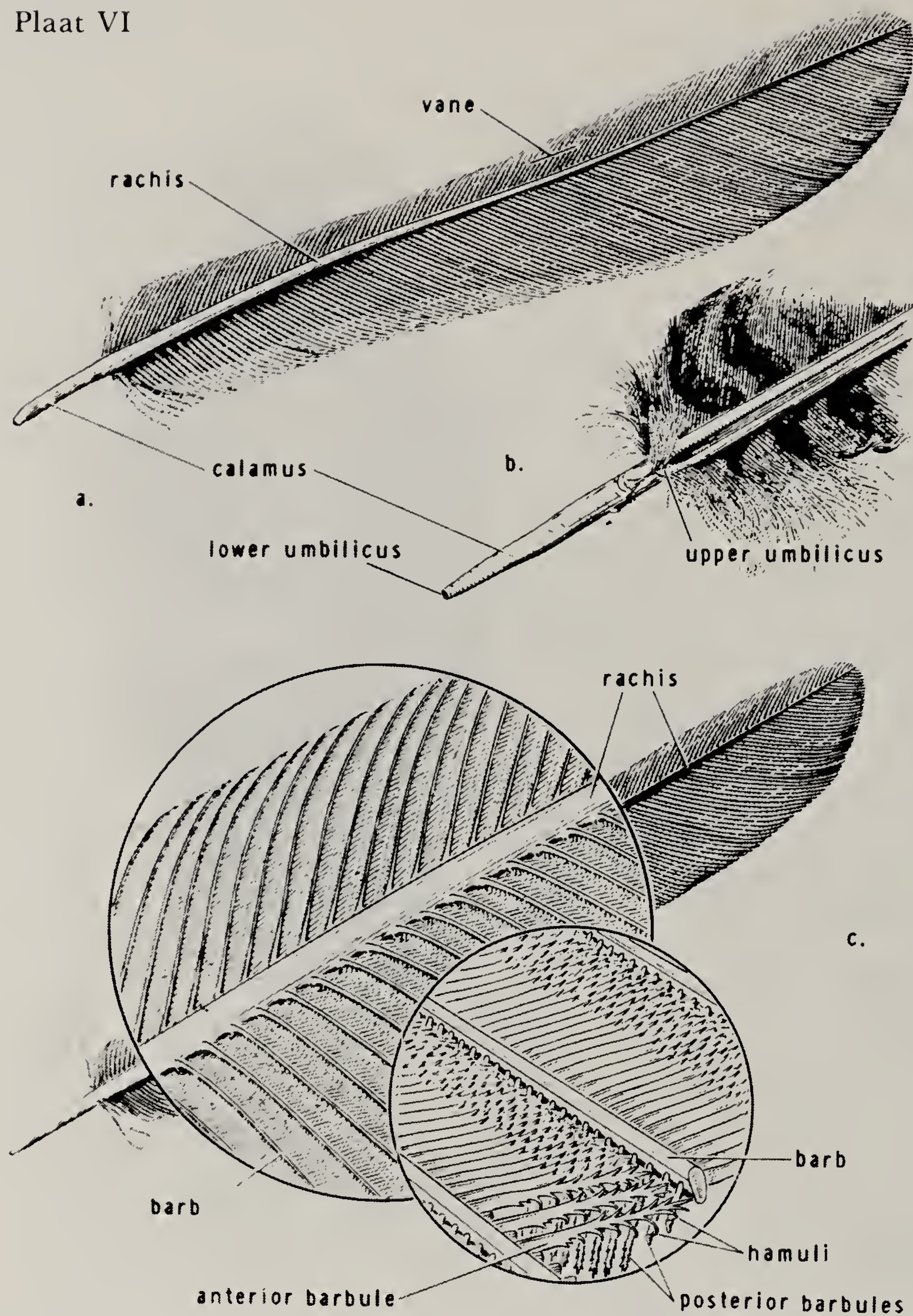




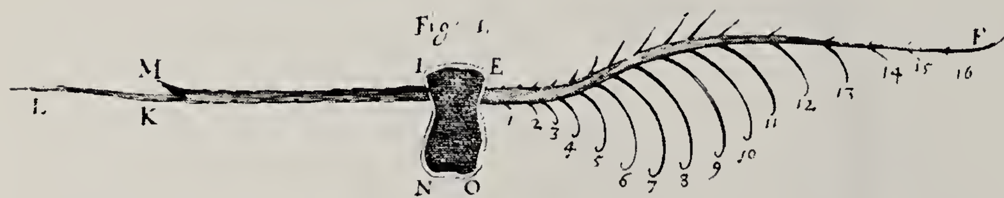
Fig. VIII. „*Hoorntge*" *van het* „*Vliegje*". Uit: A. van Leeuwenhoek 1693: Derde Vervolg der Brieven, tussen blz. 468 en 469. – (Vgl. Brief 121 [73], blz. 66).

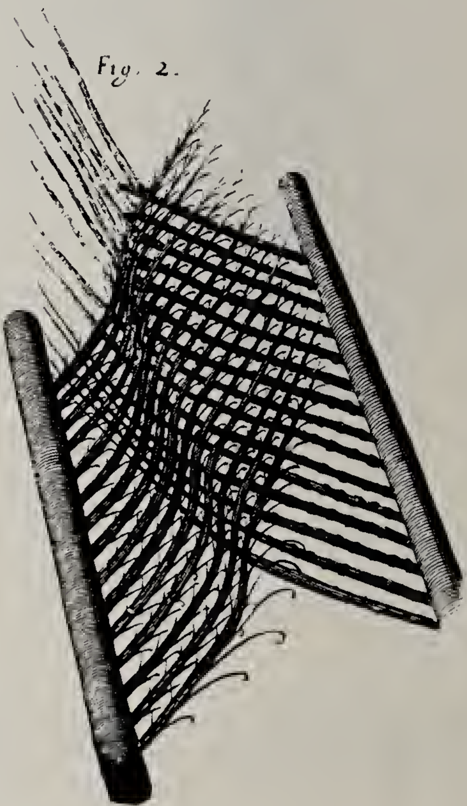
Fig. VIII. „*Antenna*" *of the* „*tiny Fly*". From A. van Leeuwenhoek 1693: Derde Vervolg der Brieven, between p. 468 and 469. – (See Letter 121 [73], p. 67).



Afb. 6. *Vogelveer.* Uit: J. VAN TYNE & A. J. BERGER 1959: Fundamentals of Ornithology, blz. 70, fig. 1. – (Vgl. Brief 122 [74], blz. 72, aant. 13).

Ill. 6. *Bird's feather.* From J. VAN TYNE & A. J. BERGER 1959: Fundamentals of Ornithology, p. 70, fig. 1. – (See Letter 122 [74], p. 73, note 7).





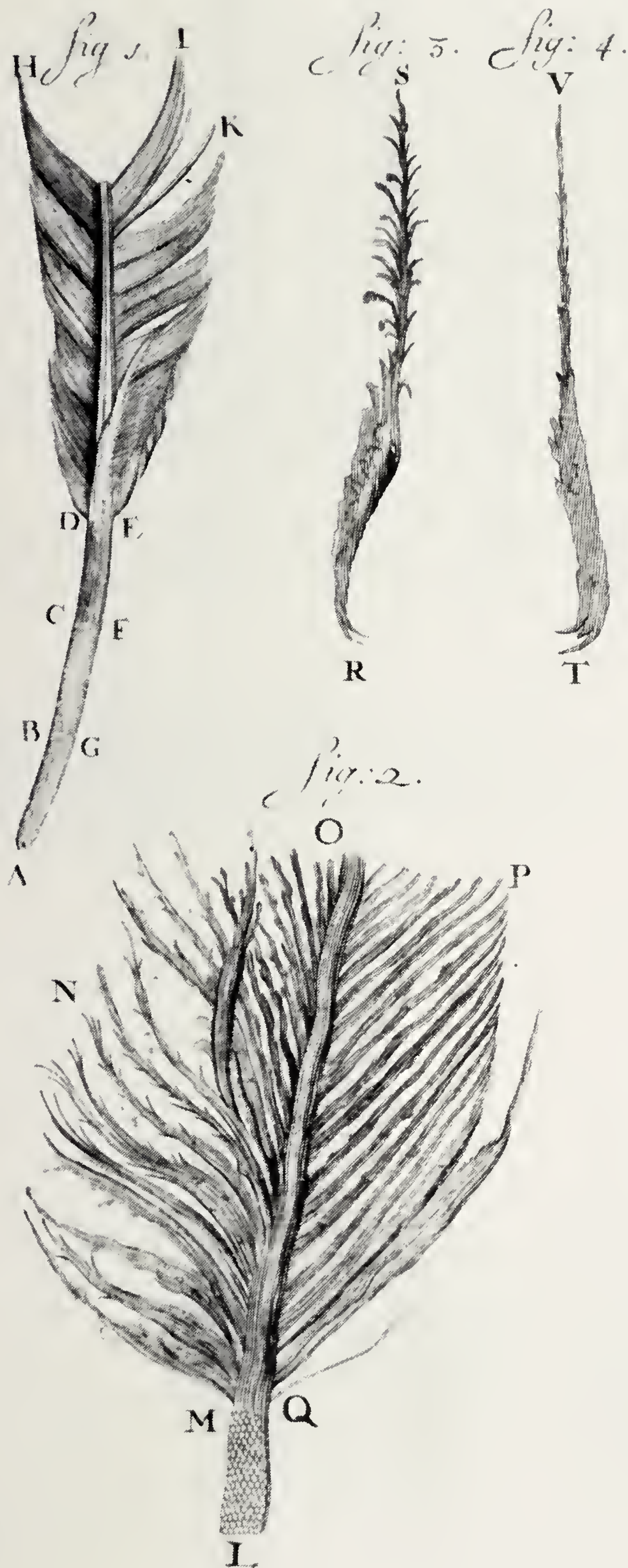
Afb. 7. *Vogelveer.* Uit: R. HOOKE 1665: Micrographia, Scheme XXII. – (Vgl. Brief 122 [74], blz. 78, aant. 38).

Ill. 7. *Bird's feather.* From R. HOOKE 1665: Micrographia, Scheme XXII. – (See Letter 122 [74], p. 79, note 17).



Afb. 8. *Slagveer van een vogel.* Dwarsdoorsnede. Distale deel van de schacht. Uit: W. BIEDERMANN 1928: Vergleichende Physiologie des Integuments der Wirbeltiere, blz. 396, afb. 26a. – (Vgl. Brief 122 [74], blz. 76, aant. 33).

Ill. 8. *Flight feather of a bird.* Transverse section. Distal part of the shaft. From W. BIEDERMANN 1928: Vergleichende Physiologie des Integuments der Wirbeltiere, p. 396, fig. 26a. – (See Letter 122 [74], p. 77, note 15).





Afb. 9. *Borstveer van een duif.* Dwarsdoorsnede. Top van een baard. Uit: W. BIEDERMANN 1928: Vergleichende Physiologie des Integuments der Wirbeltiere, blz. 397, afb. 28a. – (Vgl. Brief 122 [74], blz. 76, aant. 33).

Ill. 9. *Breast feather of a dove.* Transverse section. Top of a barb. From W. BIEDERMANN 1928: Vergleichende Physiologie des Integuments der Wirbeltiere, p. 397, fig. 28a. – (See Letter 122 [74], p. 77, note 15).

Fig. IX-XII. *Vogelveer.* fig. 1 „Veer", fig. 2 „Veertge", fig. 3 en 4 details van fig. 2. Uit: A. VAN LEEUWENHOEK 1693: Derde Vervolg der Brieven, tussen blz. 478 en 479. – (Vgl. Brief 122 [74], blz. 74-76).

Figs IX-XII. *Bird's feather.* fig. 1 „Feather", fig. 2 „little Feather", figs 3 and 4 details of fig. 2. From A. VAN LEEUWENHOEK 1693: Derde Vervolg der Brieven, between p. 478 and 479. – (See Letter 122 [74], pp. 75-77).

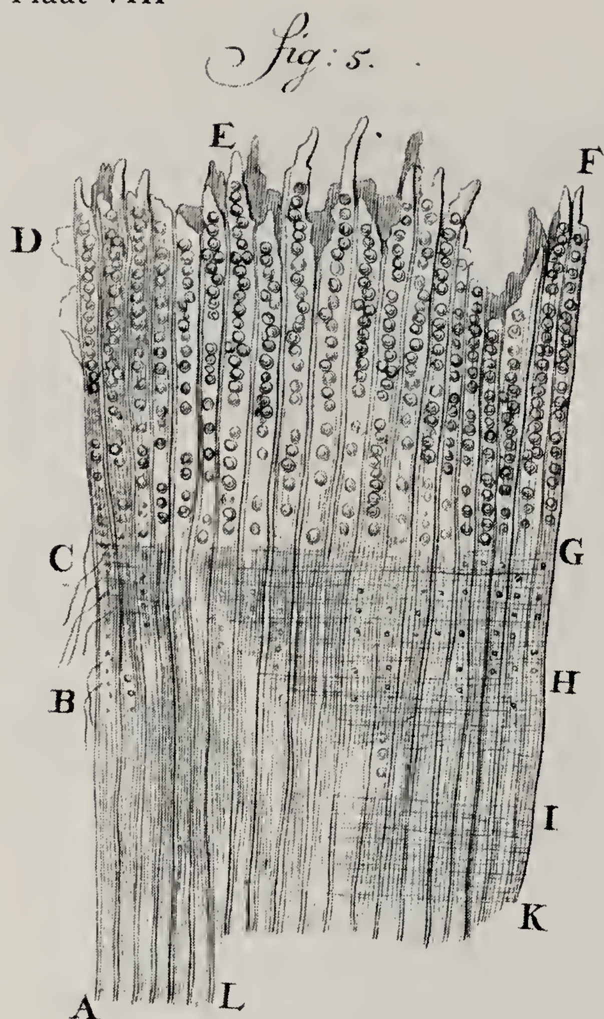


Fig. XIII. *„Sparre, anders geseijt, een jonge greijne boom"* (sic!). Uit: A. van Leeuwenhoek 1693: Derde Vervolg der Brieven, tussen blz. 478 en 479. – (Vgl. Brief 122 [74], blz. 84-88).

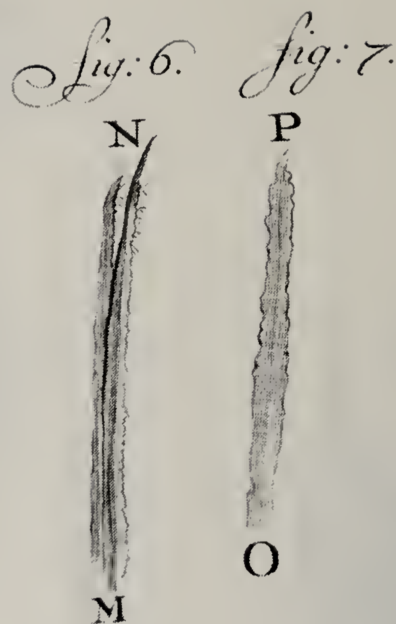
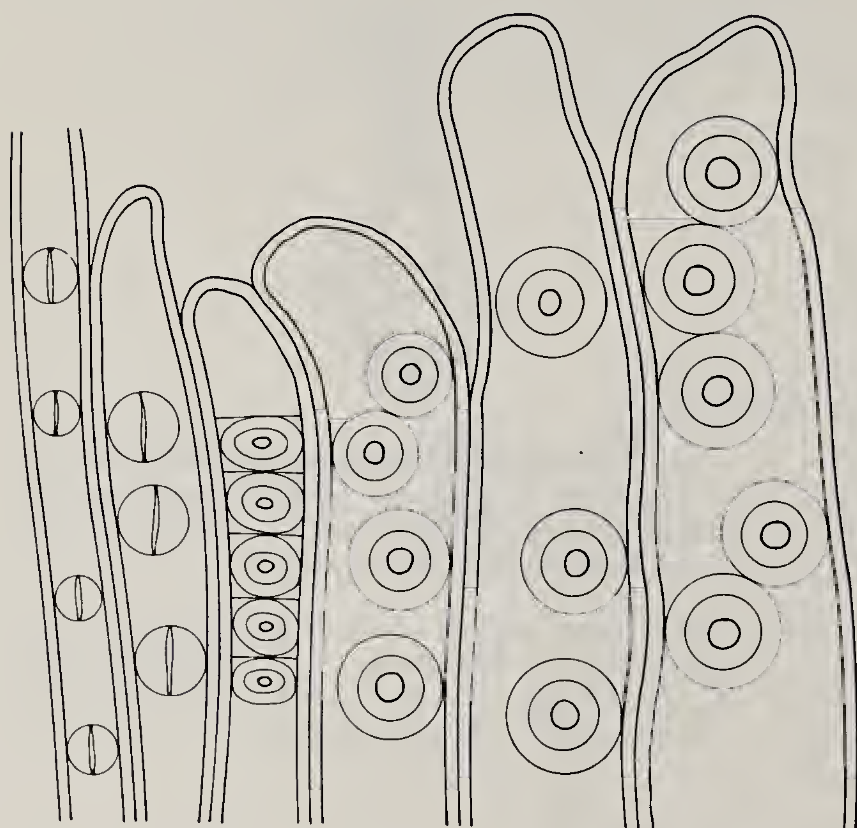


Fig. XIV-XV. *„Ontstukken geschuerde Hout-pijpjens"*. Details van de voorgaande Fig. XIII. Uit: A. van Leeuwenhoek 1693: Derde Vervolg der Brieven, tussen blz. 478 en 479. – (Vgl. Brief 122 [74], blz. 88).

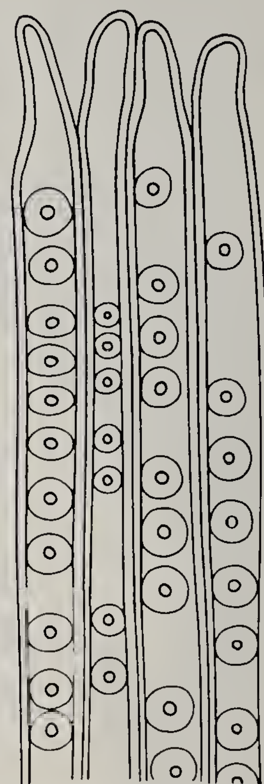
Figs XIV-XV. *„Torn-up Wood-pipes"*. Details of the preceding Fig. XIII. From A. van Leeuwenhoek 1693: Derde Vervolg der Brieven, between p. 478 and 479. – (See Letter 122 [74], p. 89).

Fig. XIII. *„Fir-tree, a young common pine"* (sic!). From A. van Leeuwenhoek 1693: Derde Vervolg der Brieven, between p. 478 and 479. – (See Letter 122 [74], pp. 85-89).



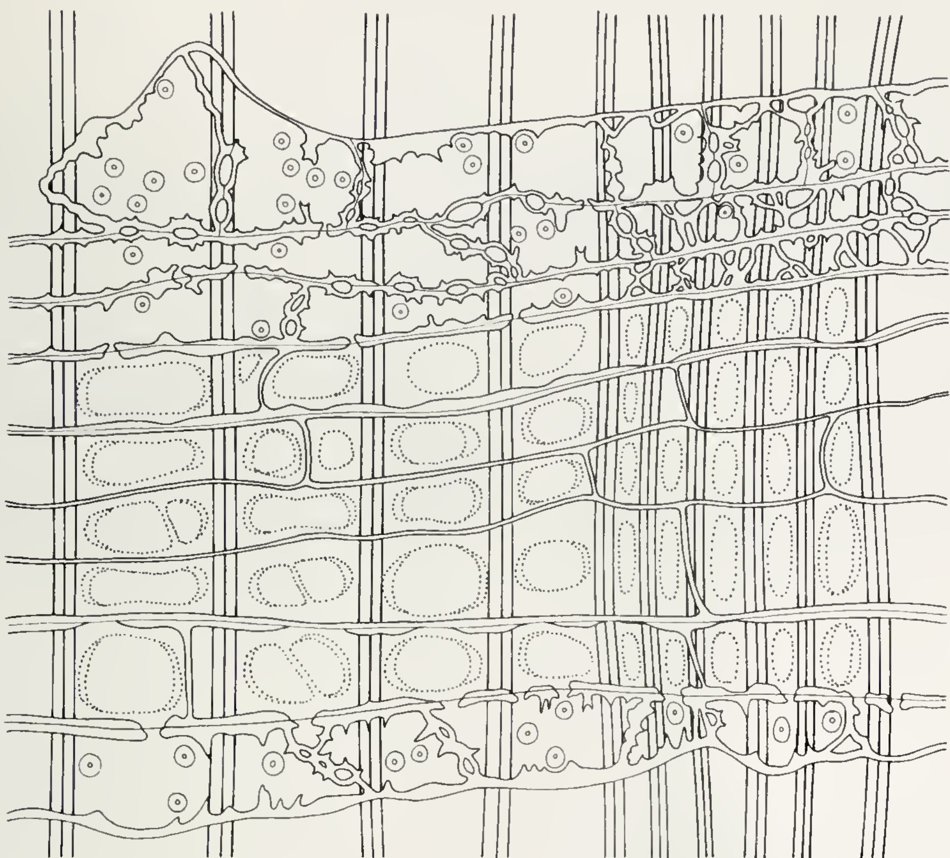
Afb. 10. *Grenenhout (Pinus sylvestris* L.*)*. 375 X. Radiale doorsnede. Uiteinden van tracheïden. Naar P. Greguss 1955: Xylotomische Bestimmung der heute lebenden Gymnospermen, Plaat 328. – (Vgl. Brief 122 [74], blz. 88, aant. 72).

Ill. 10. *Pine-wood (Pinus sylvestris* L.*)*. X 375. Radial section. Ends of tracheids. After P. Greguss 1955: Xylotomische Bestimmung der heute lebenden Gymnospermen, Plate 328. – (See Letter 122 [74], p. 89, note 37).



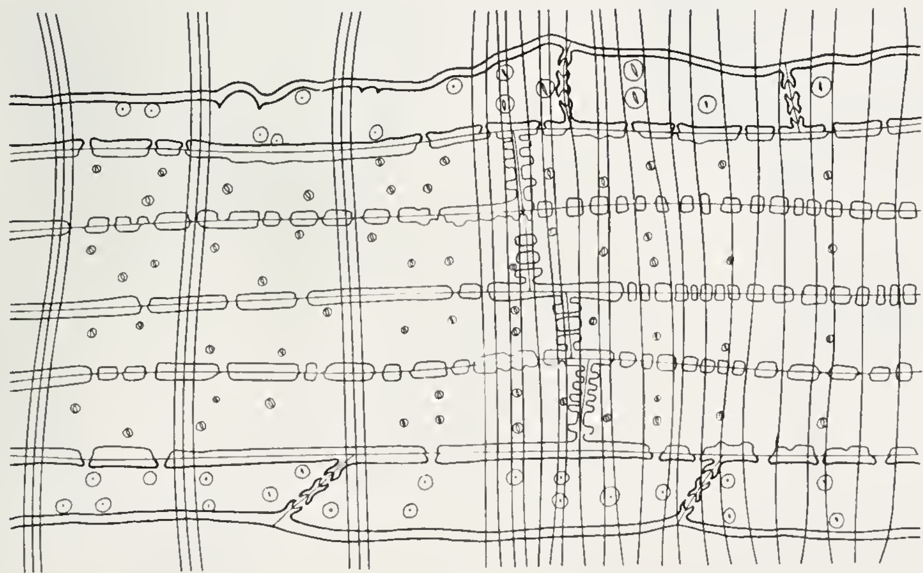
Afb. 11. *Vurenhout (Picea abies* (L.) Karst.*)*. 250 X. Radiale doorsnede. Uiteinden van tracheïden. Naar P. Greguss 1955: Xylotomische Bestimmung der heute lebenden Gymnospermen, Plaat 244. – (Vgl. Brief 122 [74], blz. 88, aant. 72).

Ill. 11. *Fir-wood (Picea abies* (L.) Karst.*)*. X 250. Radial section. Ends of tracheids. After P. Greguss 1955: Xylotomische Bestimmung der heute lebenden Gymnospermen, Plate 244. – (See Letter 122 [74], p. 89, note 37).



Afb. 12. *Grenenhout (Pinus sylvestris* L.*)*. 300 X. Radiale doorsnede. Contact tussen houtstraalcellen en tracheïden. Duidelijk verschil tussen houtstraaltracheïden en houtstraalparenchymcellen (celwandkarteling, eiporen). Naar P. Greguss 1955: Xylotomische Bestimmung der heute lebenden Gymnospermen, Plaat 328. – (Vgl. Brief 122 [74], blz. 86, aant. 68).

Ill. 12. *Pine-wood (Pinus sylvestris* L.*)*. X 300. Radial section. Interconnections between ray cells and tracheids. Distinct difference between ray tracheids (cell wall crenellation) and ray parenchyma cells (large, fenestriform pits). After P. Greguss 1955: Xylotomische Bestimmung der heute lebenden Gymnospermen, Plate 328. – (See Letter 122 [74], p. 87, note 35).



Afb. 13. *Vurenhout (Picea abies* (L.) Karst.*)*. 400 X. Radiale doorsnede. Contact tussen houtstraalcellen en tracheïden. Weinig verschil tussen houtstraaltracheïden en houtstraalparenchymcellen, zowel wat wand als stippeling betreft. Naar P. Greguss 1955: Xylotomische Bestimmung der heute lebenden Gymnospermen, Plaat 244. – (Vgl. Brief 122 [74], blz. 86, aant. 68).

Ill. 13. *Fir-wood (Picea abies* (L.) Karst.*)*. X 400. Radial section. Interconnection of ray cells and tracheids. Little difference between ray tracheids and ray parenchyma cells in cell wall structure as well as in pit type. After P. Greguss 1955: Xylotomische Bestimmung der heute lebenden Gymnospermen, Plate 244. – (See Letter 122 [74], p. 87, note 35).

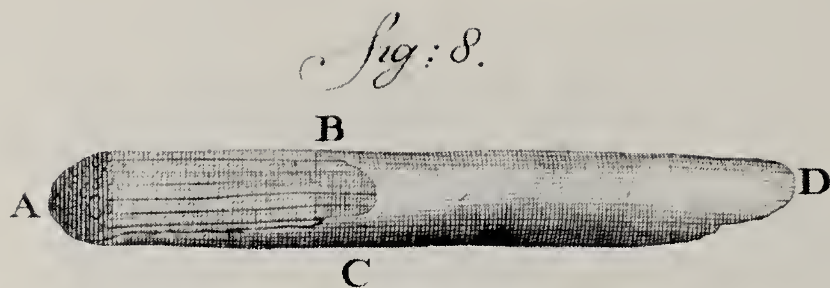


Fig. XVI. *Mattenbies (Scirpus lacustris* L.*)*. Uit: A. VAN LEEUWENHOEK 1693: Derde Vervolg der Brieven, tussen blz. 478 en 479. – (Vgl. Brief 122 [74], blz. 94).

Fig. XVI. *Bulrush (Scirpus lacustris* L.*)*. From A. VAN LEEUWENHOEK 1693: Derde Vervolg der Brieven, between p. 478 and 479. – (See Letter 122 [74], p. 95).



Fig. XVII. *Mattenbies (Scirpus lacustris* L.*)*. Uit: A. VAN LEEUWENHOEK 1693: Derde Vervolg der Brieven, tussen blz. 478 en 479. – (Vgl. Brief 122 [74], blz. 96).

Fig. XVII. *Bulrush (Scirpus lacustris* L.*)*. From A. VAN LEEUWENHOEK 1693: Derde Vervolg der Brieven, between p. 478 and 479. – (See Letter 122 [74], p. 96).

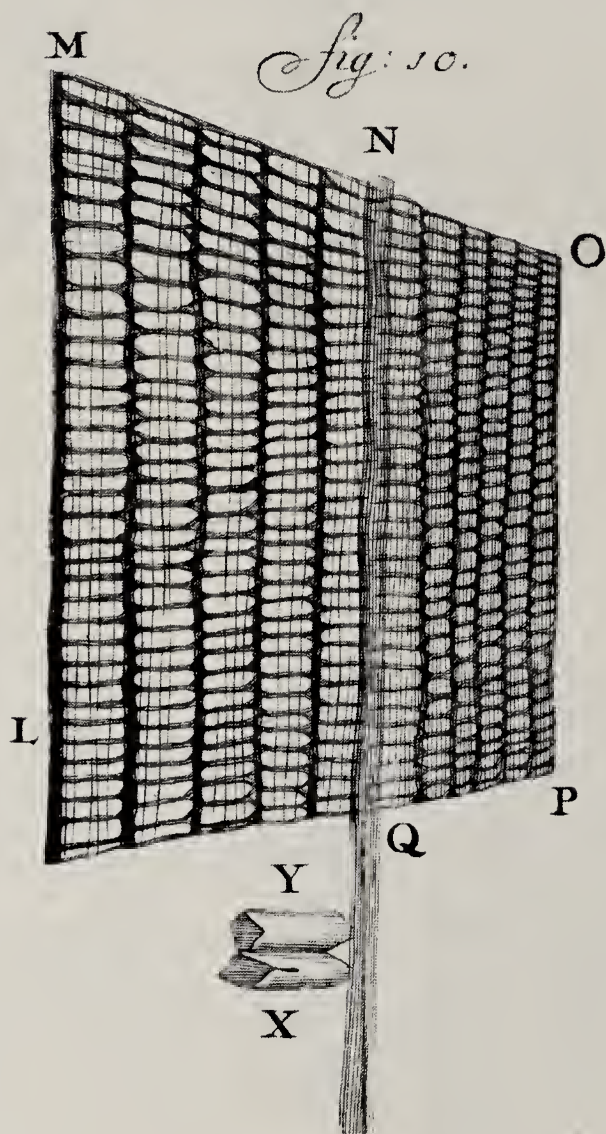


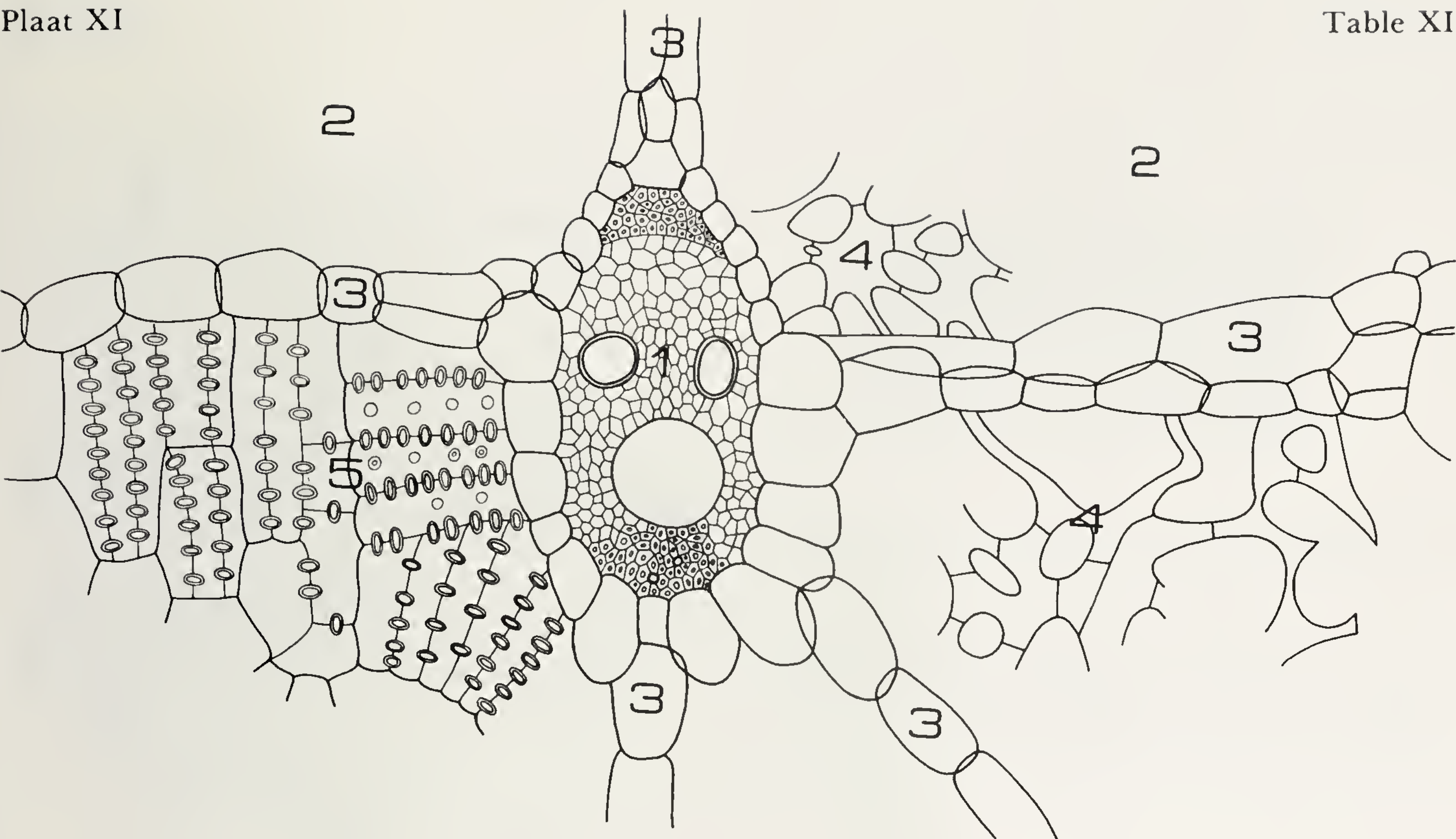
Fig. XVIII. „*Twee sijden van een Biespijpje*". Uit: A. VAN LEEUWENHOEK 1693: Derde Vervolg der Brieven, tussen blz. 478 en 479. – (Vgl. Brief 122 [74], blz. 96-98).

Fig. XVIII. „*Two sides of a Bulrushpipe*". From A. VAN LEEUWENHOEK 1693: Derde Vervolg der Brieven, between p. 478 and 479. – (See Letter 122 [74], pp. 97-99).



Fig. XIX. „*Een vande kleijnste Bloetvaaten van de Bies*". Uit: A. VAN LEEUWENHOEK 1693: Derde Vervolg der Brieven, tussen blz. 478 en 479. – (Vgl. Brief 122 [74], blz. 100).

Fig. XIX. „*One of the smallest Bloodvessels of the Bulrush*". From A. VAN LEEUWENHOEK 1693: Derde Vervolg der Brieven, between p. 478 and 479. – (See Letter 122 [74], p. 101).



Afb. 14. *Mattenbies (Scirpus lacustris* L.*)*. 525 X. Dwarsdoorsnede. Halm. 1. rib met vaatbundel, 2. „luchtkanaal", 3. tussenwand van „luchtkanaal", 4. actinenchym, 5. diafragma. Naar F. J. F. MEYEN 1837: Neues System der Pflanzenphysiologie, Dl. 1, Tafel II, fig. 2. – (Vgl. Brief 122 [74], blz. 94, aant. 91).

Ill. 14. *Bulrush (Scirpus lacustris* L.*)*. X 525. Transverse section. Culm. 1. rib with vascular bundle, 2. „airduct", 3. longitudinal sept between two „air ducts", 4. actinenchyma with stellately armed cells, 5. diaphragm. After F. J. F. MEYEN 1837: Neues System der Pflanzenphysiologie, Vol. 1, Plate II, fig. 2. – (See Letter 122 [74], p. 95, note 46).

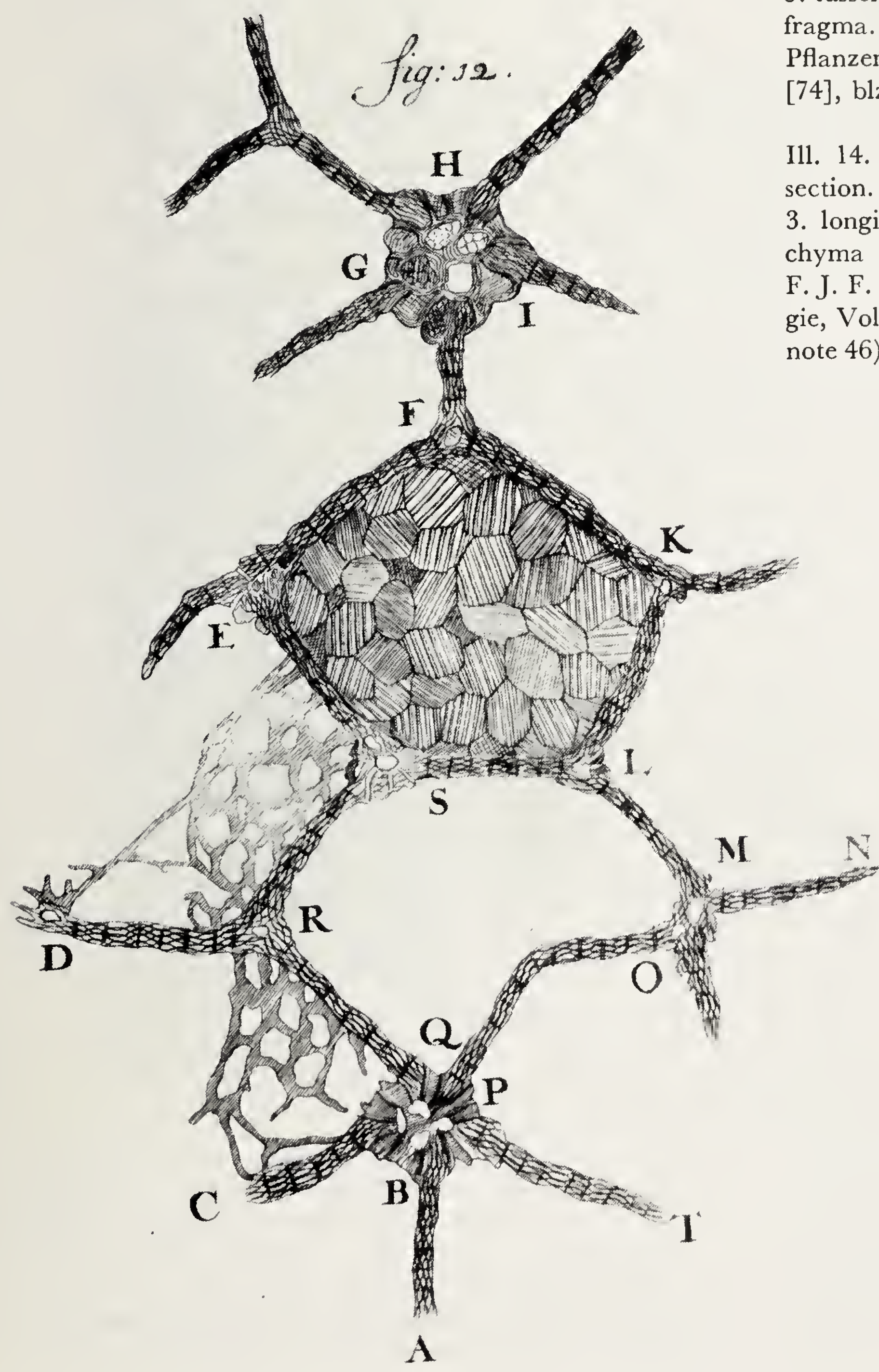


Fig. XX. *„Een kleijn gedeelte vande Bies, het welke over dwars is af gesneden"*. Uit: A. VAN LEEUWENHOEK 1693: Derde Vervolg der Brieven, tussen blz. 478 en 479. – (Vgl. Brief 122 [74], blz. 100-104).

Fig. XX. *„A small part of the Bulrush, which has been cut off crosswise"*. From A. VAN LEEUWENHOEK 1693: Derde Vervolg der Brieven, between p. 478 and 479. – (See Letter 122 [74], pp. 101-105).

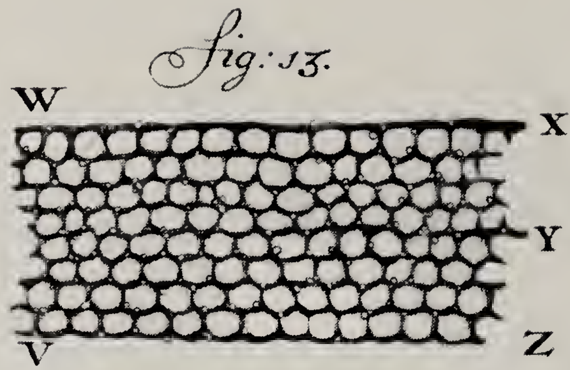


Fig. XXI. „*Greijne of Sparre Hout*". Uit: A. VAN LEEUWENHOEK 1693: Derde Vervolg der Brieven, tussen blz. 478 en 479. – (Vgl. Brief 122 [74], blz. 108-110).

Fig. XXI. „*Pine-wood or Fir-wood*". From A. VAN LEEUWENHOEK 1693: Derde Vervolg der Brieven, between p. 478 and 479. – (See Letter 122 [74], pp. 109-111).

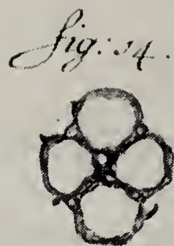
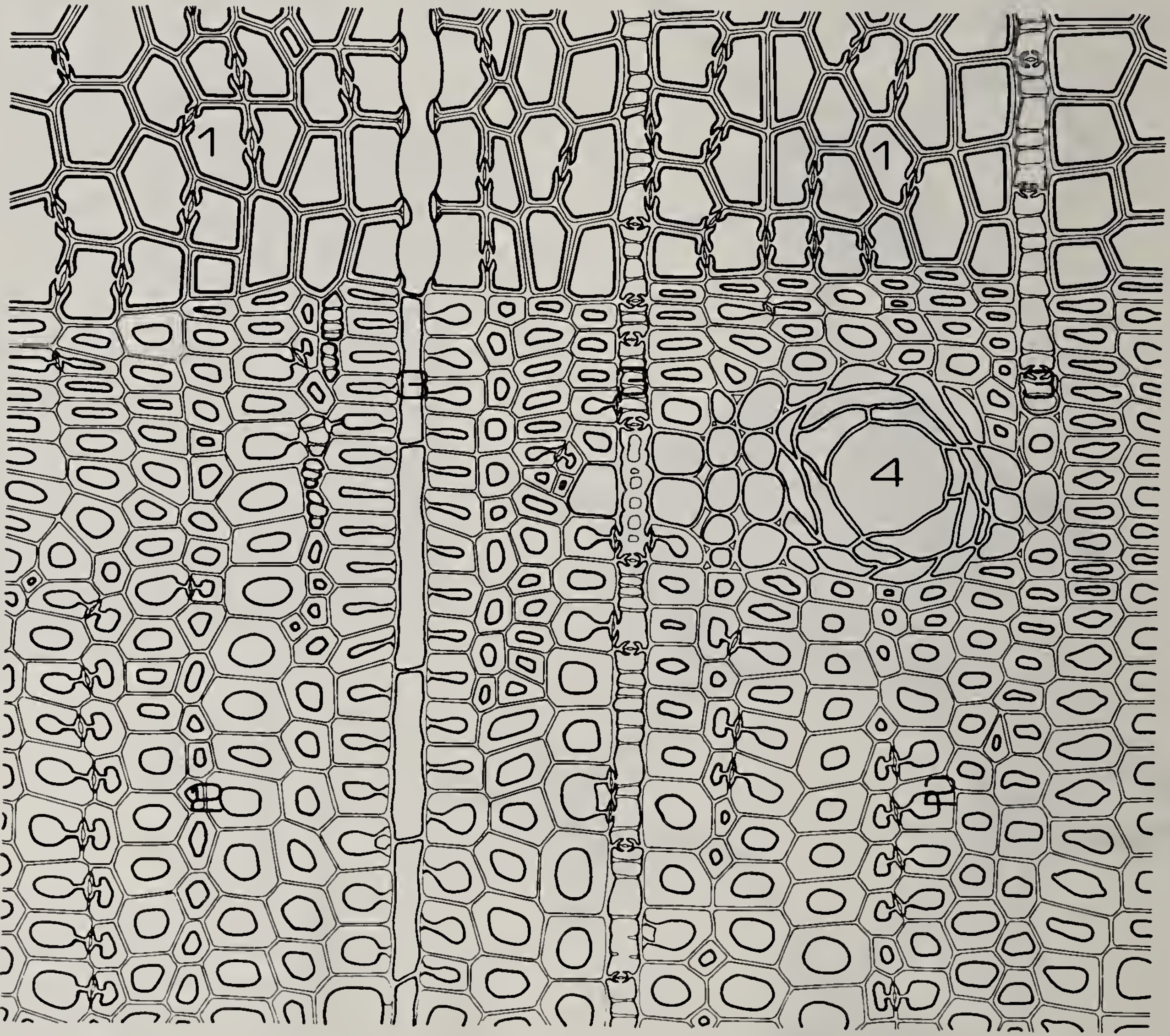


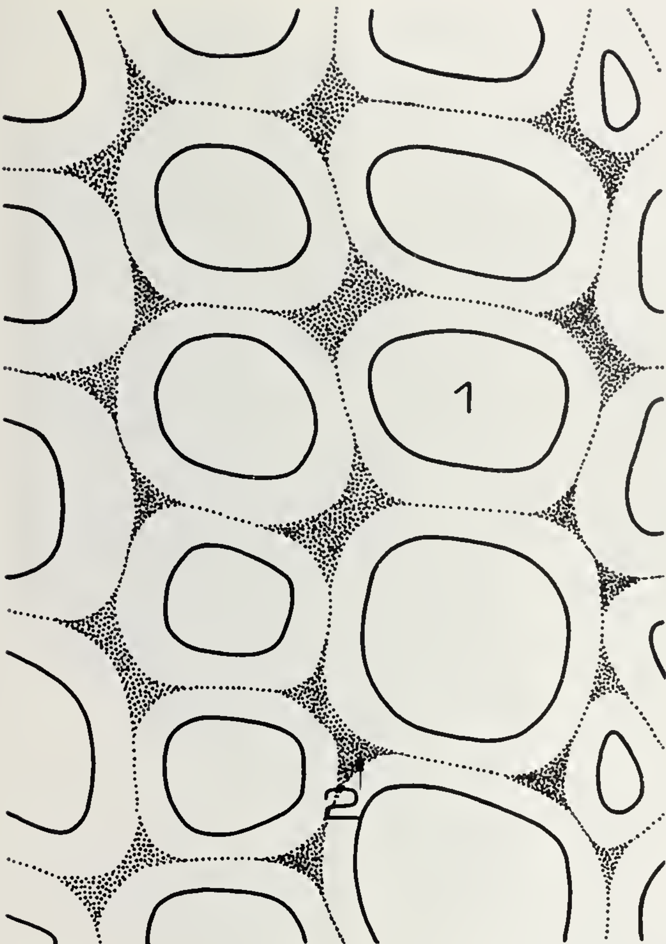
Fig. XXII. „*Greijne of Sparre Hout*". Detail van de voorgaande Fig. XXI. Uit: A. VAN LEEUWENHOEK 1693: Derde Vervolg der Brieven, tussen blz. 478 en 479. – (Vgl. Brief 122 [74], blz. 110).

Fig. XXII. „*Pine-wood or Fir-wood*". Detail of the preceding Fig. XXI. From A. VAN LEEUWENHOEK 1693: Derde Vervolg der Brieven, between p. 478 and 479. – (See Letter 122 [74], p. 111).



Afb. 15. *Grenenhout (Pinus sylvestris* L.*)*. 325 X. Dwarsdoorsnede. 1. voorjaarstracheïden, 2. zomertracheïden, 3. houtstraal, 4. harskanaal. In principe heeft het hout van Vurenhout (*Picea abies* (L.) Karst.) dezelfde bouw. Naar L. KNY 1874: Botanische Wandtafeln mit erläuterndem Text, Plaat LI. – (Vgl. Brief 122 [74], blz. 108, aant. 131).

Ill. 15. *Pine-wood (Pinus sylvestris* L.*)*. X 325. Transverse section. 1. early wood tracheids, 2. late wood tracheids, 3. ray, 4. resin duct. Essentially, the wood of Fir-tree (*Picea abies* (L.) Karst.) has the same structure. After L. KNY 1874: Botanische Wandtafeln mit erläuterndem Text, Plate LI. – (See Letter 122 [74], p. 109, note 59).



Afb. 16. *Grenenhout (Pinus sylvestris* L.*)*. 600 X. Dwarsdoorsnede. 1. tracheïden, 2. uitbreiding van de middenlamel. Gewijzigd naar F. W. JANE 1970: The structure of wood, blz. 98, fig. 46. – (Vgl. Brief 122 [74], blz. 108, aant. 131).

Ill. 16. *Pine-wood (Pinus sylvestris* L.*)*. X 600. Transverse section. 1. tracheids, 2. intertracheidal extension of the middle lamella. Modified after F. W. JANE 1970: The structure of wood, p. 98, fig. 46. (See Letter 122 [74], p. 109, note 59).



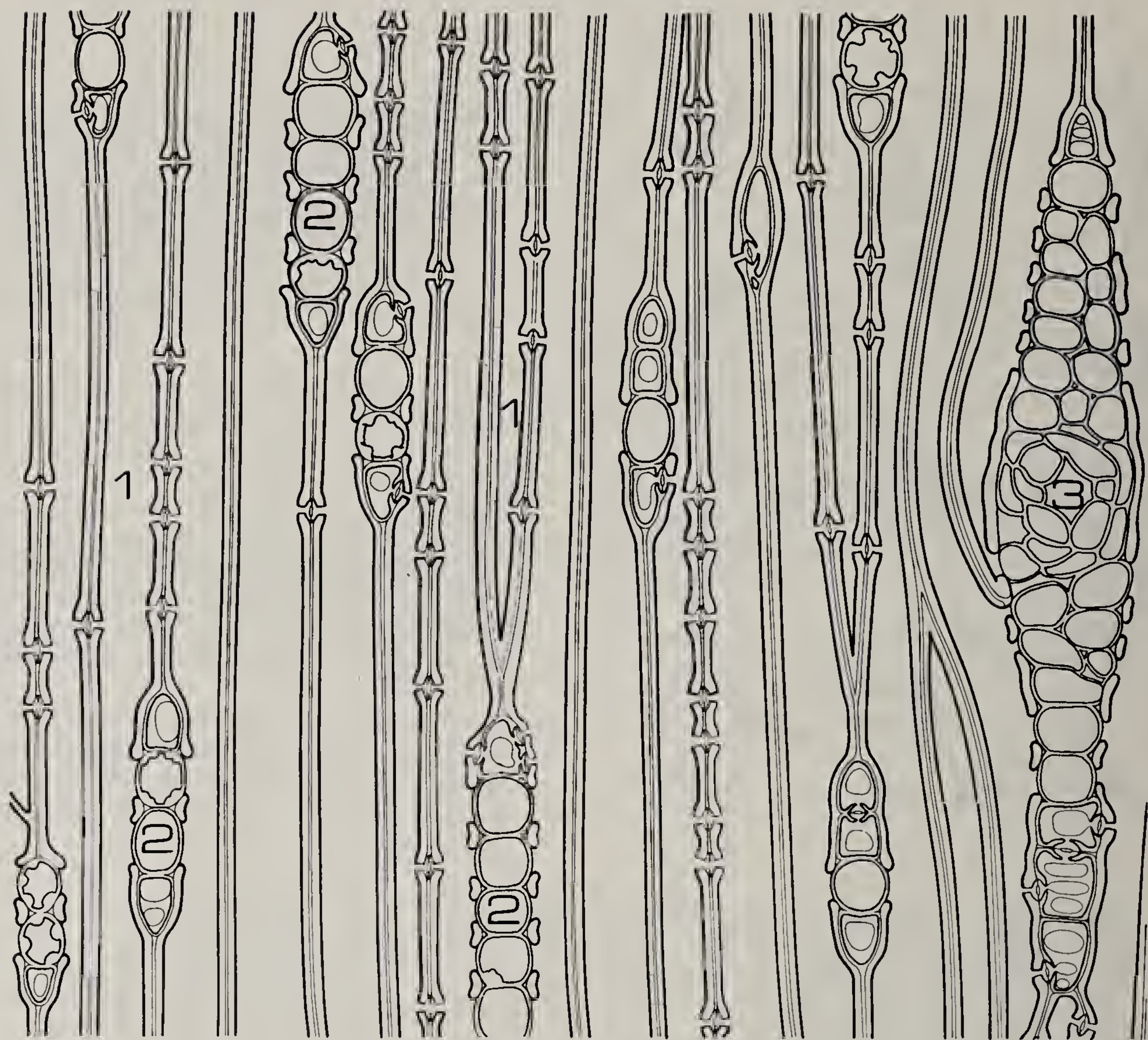
Fig. XXIII. „*Sparre-boomen-Hout*". Uit: A. VAN LEEUWENHOEK 1693: Derde Vervolg der Brieven, tussen blz. 478 en 479. – (Vgl. Brief 122 [74], blz. 112).

Fig. XXIII. „*Fir-wood*". From A. VAN LEEUWENHOEK 1693: Derde Vervolg der Brieven, between p. 478 and 479. – (See Letter 122 [74], p. 113).



Fig. XXIV. „*Horisontale vaatgens ofte Hout-pijpjens*". Detail van de voorgaande Fig. XXIII. Uit: A. VAN LEEUWENHOEK 1693: Derde Vervolg der Brieven, tussen blz. 478 en 479. – (Vgl. Brief 122 [74], blz. 112).

Fig. XXIV. „*Little horizontal vessels or Wood-pipes*". Detail of the preceding Fig. XXIII. From A. VAN LEEUWENHOEK 1693: Derde Vervolg der Brieven, between p. 478 and 479. – (See Letter 122 [74], p. 113).



Afb. 17. *Grenenhout (Pinus sylvestris* L.*)*. 425 X. Tangentiale doorsnede. Voorjaarshout. 1. tracheïden met hofstippels, 2. houtstralen van verschillende hoogte en tangentiaal door één of meer tracheïden gescheiden, 3. houtstraal met harskanaal. Naar L. Kny 1874: Botanische Wandtafeln mit erläuterndem Text, Plaat LIII. – (Vgl. Brief 122 [74], blz. 112, aant. 144).

Ill. 17. *Pine-Wood (Pinus sylvestris* L.*)*. X 425. Tangential section. Early wood. 1. tracheids with bordered pits, 2. rays of different height, tangentially separated by one or more tracheids, 3. ray with resin duct. After L. Kny 1874: Botanische Wandtafeln mit erläuterndem Text, Plate LIII. – (See Letter 122 [74], p. 113, note 66).

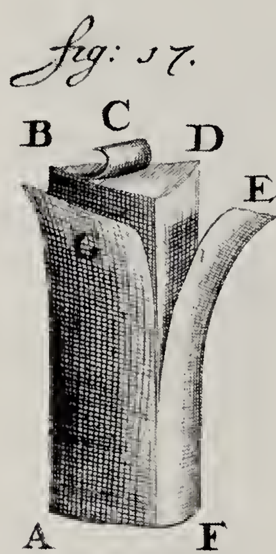


Fig. XXV. *Driedimensionaal model voor het maken van doorsneden.* Uit: A. van Leeuwenhoek 1693: Derde Vervolg der Brieven, tussen blz. 478 en 479. – (Vgl. Brief 122 [74], blz. 114).

Fig. XXV. *Three-plane model for sectioning.* From A. van Leeuwenhoek 1693: Derde Vervolg der Brieven, between p. 478 and 479. – (See Letter 122 [74], p. 115).

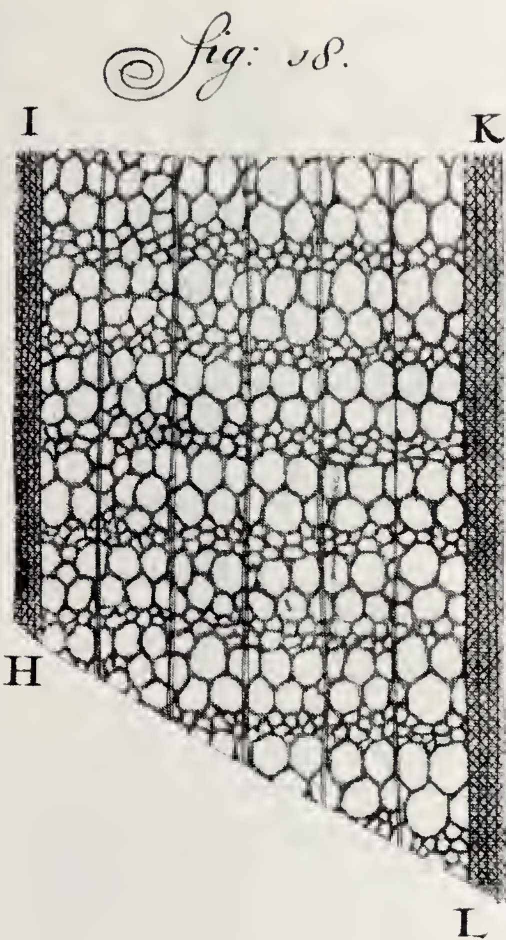
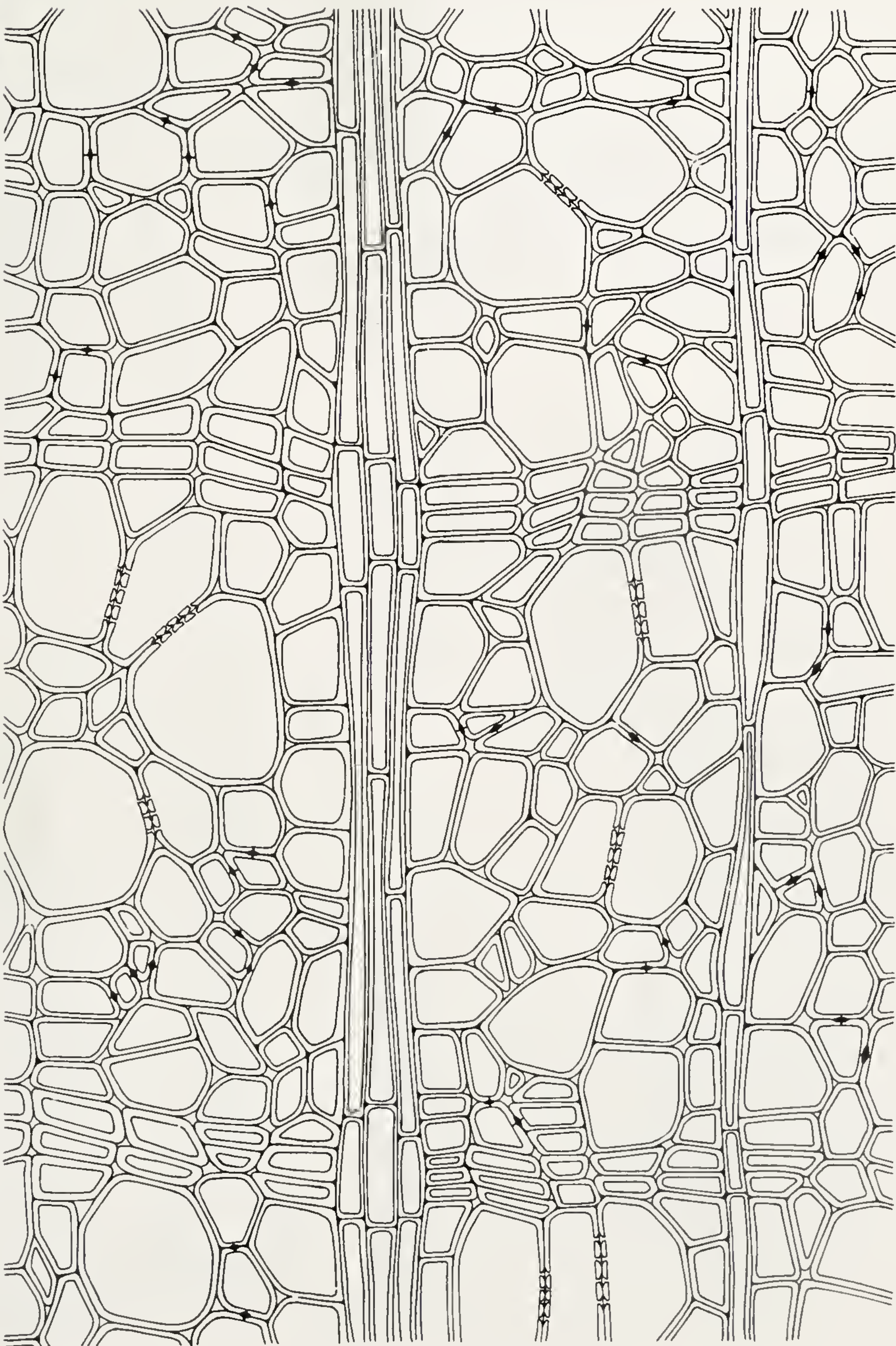


Fig. XXVI. *Lindenhout.* Uit: A. VAN LEEUWENHOEK 1693: Derde Vervolg der Brieven, tussen blz. 478 en 479. – (Vgl. Brief 122 [74], blz. 114).

Fig. XXVI. *Lime wood.* From A. VAN LEEUWENHOEK 1693: Derde Vervolg der Brieven, between p. 478 and 479. – (See Letter 122 [74], p. 115).

Afb. 18. *Grootbladige linde (Tilia platyphyllos* Scop.*)*. 250 X. Dwarsdoorsnede. Hout. Naar een fotografie in P. GREGUSS 1947: Bestimmung der mitteleuropäischen Laubhölzer und Sträucher auf xylotomischer Grundlage, Plaat 161. – (Vgl. Brief 122 [74], blz. 114, aant. 151).

Ill. 18. *Broad-leaved Lime (Tilia platyphyllos* Scop.*)*. X 250. Transverse section. Wood. After a photograph in P. GREGUSS 1947: Bestimmung der mitteleuropäischen Laubhölzer und Sträucher auf xylotomischer Grundlage, Plate 161. – (See Letter 122 [74], p. 115, note 70).



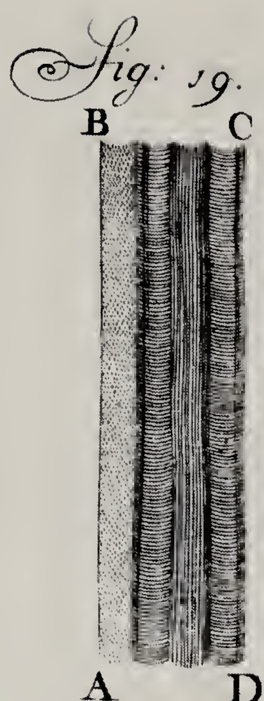
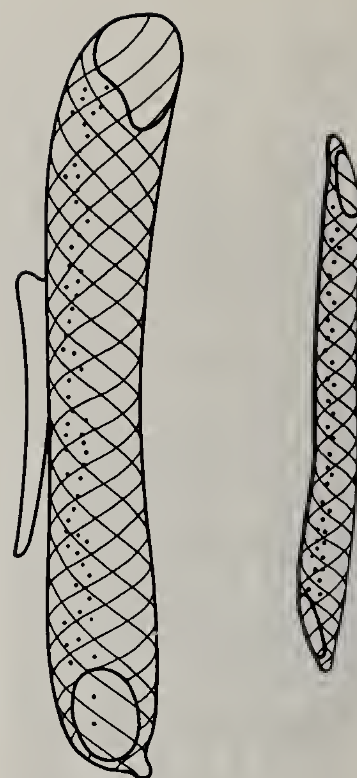


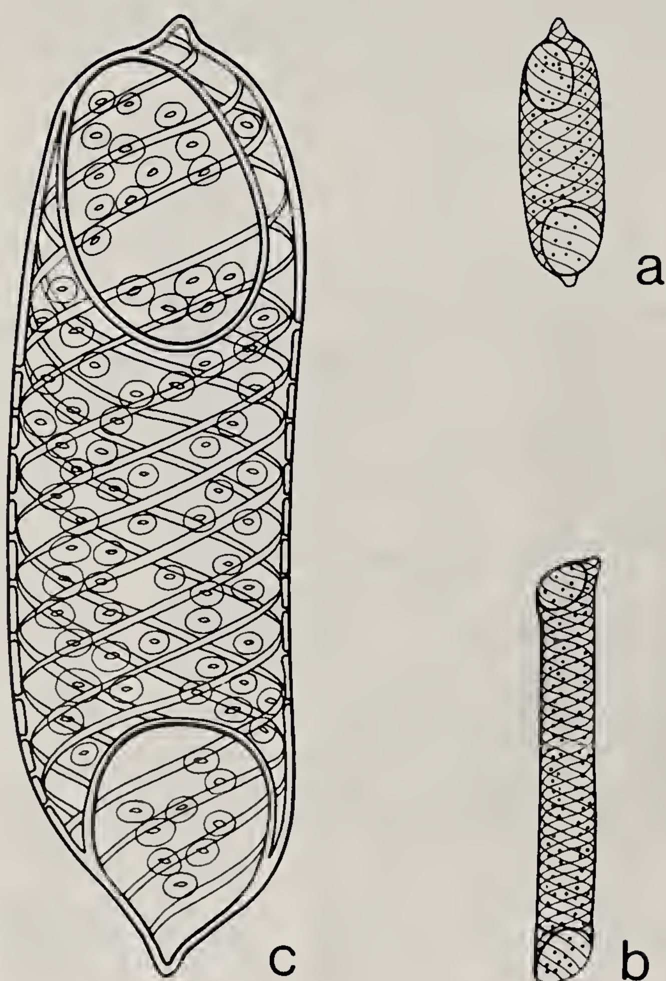
Fig. XXVII. *Lindenhout.* Uit: A. van Leeuwenhoek 1693: Derde Vervolg der Brieven, tussen blz. 478 en 479. – (Vgl. Brief 122 [74], blz. 114).

Fig. XXVII. *Lime wood.* From A. van Leeuwenhoek 1693: Derde Vervolg der Brieven, between p. 478 and 479. – (See Letter 122 [74], p. 115).



Afb. 19. *Grootbladige linde (Tilia platyphyllos* Scop.*)*. 150 X. Hout. Vaatleden. Naar P. Greguss 1947: Bestimmung der mitteleuropäischen Laubhölzer und Sträucher auf xylotomischer Grundlage, Plaat 161. – (Vgl. Brief 122 [74], blz. 116, aant. 151).

Ill. 19. *Broad-leaved Lime (Tilia platyphyllos* Scop.*)*. X 150. Wood. Vessel members. After P. Greguss 1947: Bestimmung der mitteleuropäischen Laubhölzer und Sträucher auf xylotomischer Grundlage, Plate 161. – (See Letter 122 [74], p. 117, note 70).



Afb. 20. *Kleinbladige linde (Tilia cordata* Mill.*)*. a en b 150 X, c 450 X. Hout. Vaatleden. Naar P. Greguss 1947: Bestimmung der mitteleuropäischen Laubhölzer und Sträucher auf xylotomischer Grundlage, Plaat 160. – (Vgl. Brief 122 [74], blz. 116, aant. 151).

Ill. 20. *Small-leaved Lime (Tilia cordata* Mill.*)*. a and b X 150, c X 450. Wood. Vessel members. After P. Greguss 1947: Bestimmung der mitteleuropäischen Laubhölzer und Sträucher auf xylotomischer Grundlage, Plate 160. – (See Letter 122 [74], p. 117, note 70).

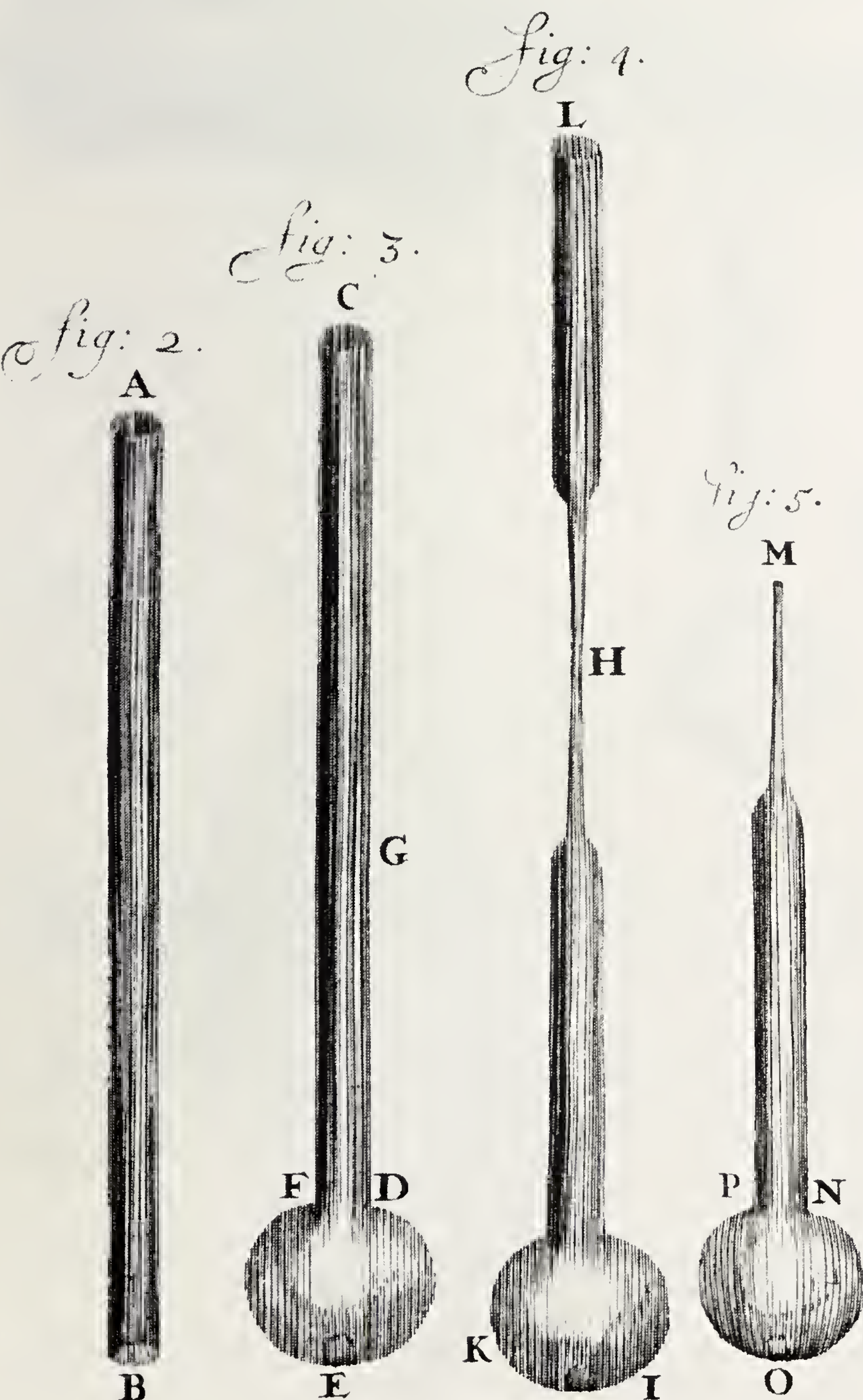


Fig. XXVIII. *Mispelsteen (Mespilus germanica* L.*)*. Uit: A. van Leeuwenhoek 1693: Derde Vervolg der Brieven, tussen blz. 478 en 479. – (Vgl. Brief 122 [74], blz. 126).

Fig. XXVIII. *Medlar stone (Mespilus germanica* L.*)*. From A. van Leeuwenhoek 1693: Derde Vervolg der Brieven, between p. 478 and 479. – (See Letter 122 [74], p. 127).

Fig. LXXIII. *Ontsnappende deeltjes van geoxydeerd fosfor*. Uit: A. van Leeuwenhoek 1694: Vierde Vervolg Der Brieven, tussen blz. 626 en 627. – (Vgl. Brief 133 [79], blz. 368).

Fig. LXXIII. *Escaping particles of oxidized phosphorus*. From A. van Leeuwenhoek 1694: Vierde Vervolg Der Brieven, between p. 626 and 627. – (See Letter 133 [79], p. 369).



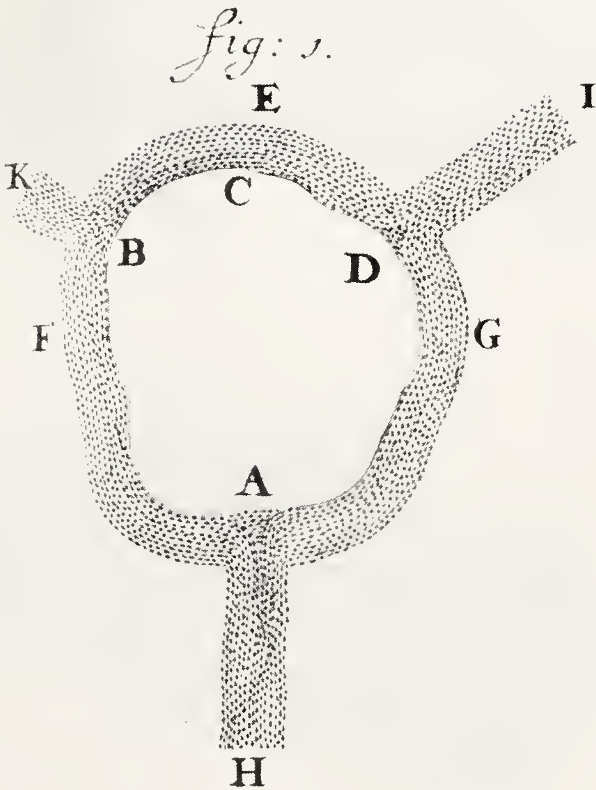


Fig. LXXIV-LXXVII. *Glazen instrumenten voor de bestudering van oxydatie van fosfor*. Uit: A. van Leeuwenhoek 1694: Vierde Vervolg Der Brieven, tussen blz. 626 en 627. – (Vgl. Brief 133 [79], blz. 370).

Figs LXXIV-LXXVII. *Glass instruments for the study of oxidation of phosphorus*. From A. van Leeuwenhoek 1694: Vierde Vervolg Der Brieven, between p. 626 and 627. – (See Letter 133 [79], p. 371).

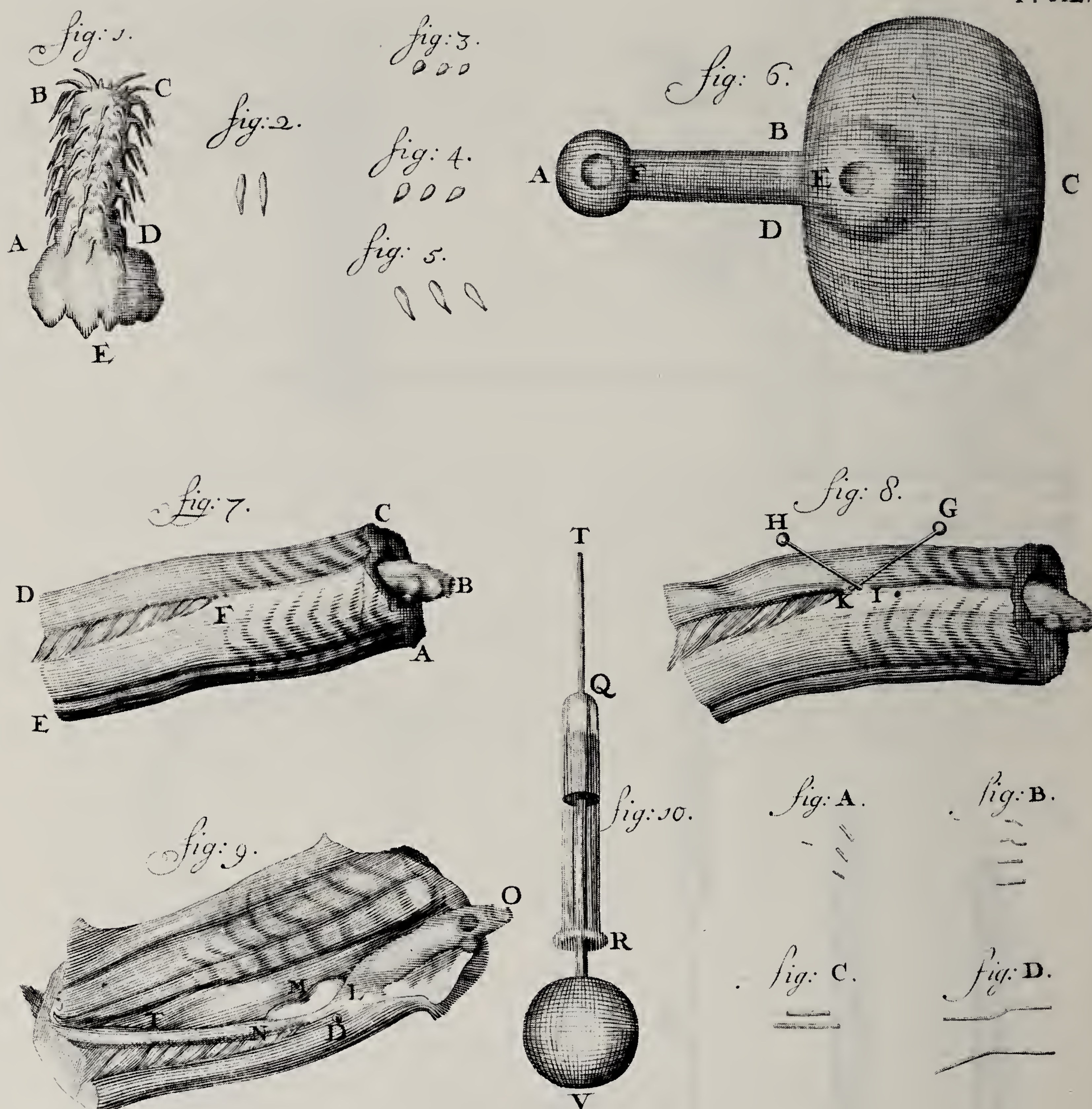


Fig. XXIX-XXXIV. *Parasieten van paling.* fig. 1 kop van Acanthocephalus anguillae, fig. 2 Triaenophorus sp., fig. 3-5 sporozoën, fig. 6 Trematode. – (Vgl. Brief 123 [75], blz. 150-156).

Fig. XXXV-XXXVII. *Paling.* fig. 7-8 „Baar-moeder", fig. 9 „Navel-bloet". – (Vgl. Brief 123 [75], blz. 158-160).

Fig. XXXVIII. *Injectiespuit voor kwikzilver.* fig. 10. – (Vgl. Brief 123 [75], blz. 160).

Fig. XXXIX-XLII. *Bacteriën in tandaanslag.* fig. A-D. – (Vgl. Brief 123 [75], blz. 136-138).

Uit: A. van Leeuwenhoek 1693: Derde Vervolg der Brieven, tussen blz. 512 en 513.

Figs XXIX-XXXIV. *Parasites of eel.* fig. 1 head of Acanthocephalus anguillae, fig. 2 Triaenophorus sp., figs 3-5 sporozoa, fig. 6 Trematode. – (See Letter 123 [75], pp. 151-157).

Figs XXXV-XXXVII. *Eel.* figs 7-8 „Womb", fig. 9 „Navel Blood". – (See Letter 123 [75], pp. 159-161).

Fig. XXXVIII. *Hypodermic syringe for mercury.* fig. 10. – (See Letter 123 [75], p. 161).

Figs XXXIX-XLII. *Bacteria in dental tartar.* figs A-D. – (See Letter 123 [75], pp. 137-139).

From A. van Leeuwenhoek 1693: Derde Vervolg der Brieven, between p. 512 and 513.

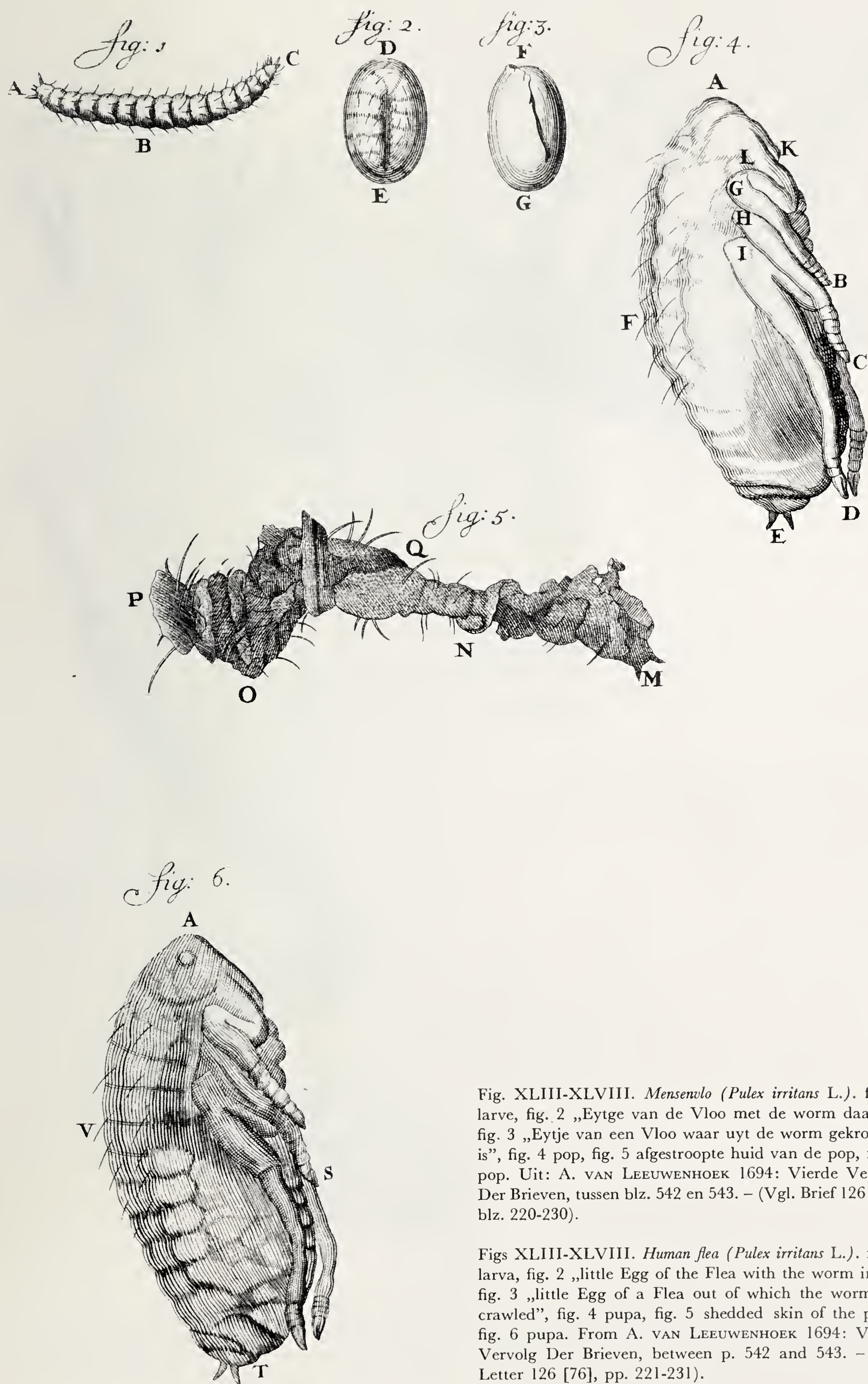


Fig. XLIII-XLVIII. *Mensenvlo (Pulex irritans* L.*)*. fig. 1 larve, fig. 2 „Eytge van de Vloo met de worm daarin", fig. 3 „Eytje van een Vloo waar uyt de worm gekroopen is", fig. 4 pop, fig. 5 afgestroopte huid van de pop, fig. 6 pop. Uit: A. van Leeuwenhoek 1694: Vierde Vervolg Der Brieven, tussen blz. 542 en 543. – (Vgl. Brief 126 [76], blz. 220-230).

Figs XLIII-XLVIII. *Human flea (Pulex irritans* L.*)*. fig. 1 larva, fig. 2 „little Egg of the Flea with the worm in it", fig. 3 „little Egg of a Flea out of which the worm has crawled", fig. 4 pupa, fig. 5 shedded skin of the pupa, fig. 6 pupa. From A. van Leeuwenhoek 1694: Vierde Vervolg Der Brieven, between p. 542 and 543. – (See Letter 126 [76], pp. 221-231).

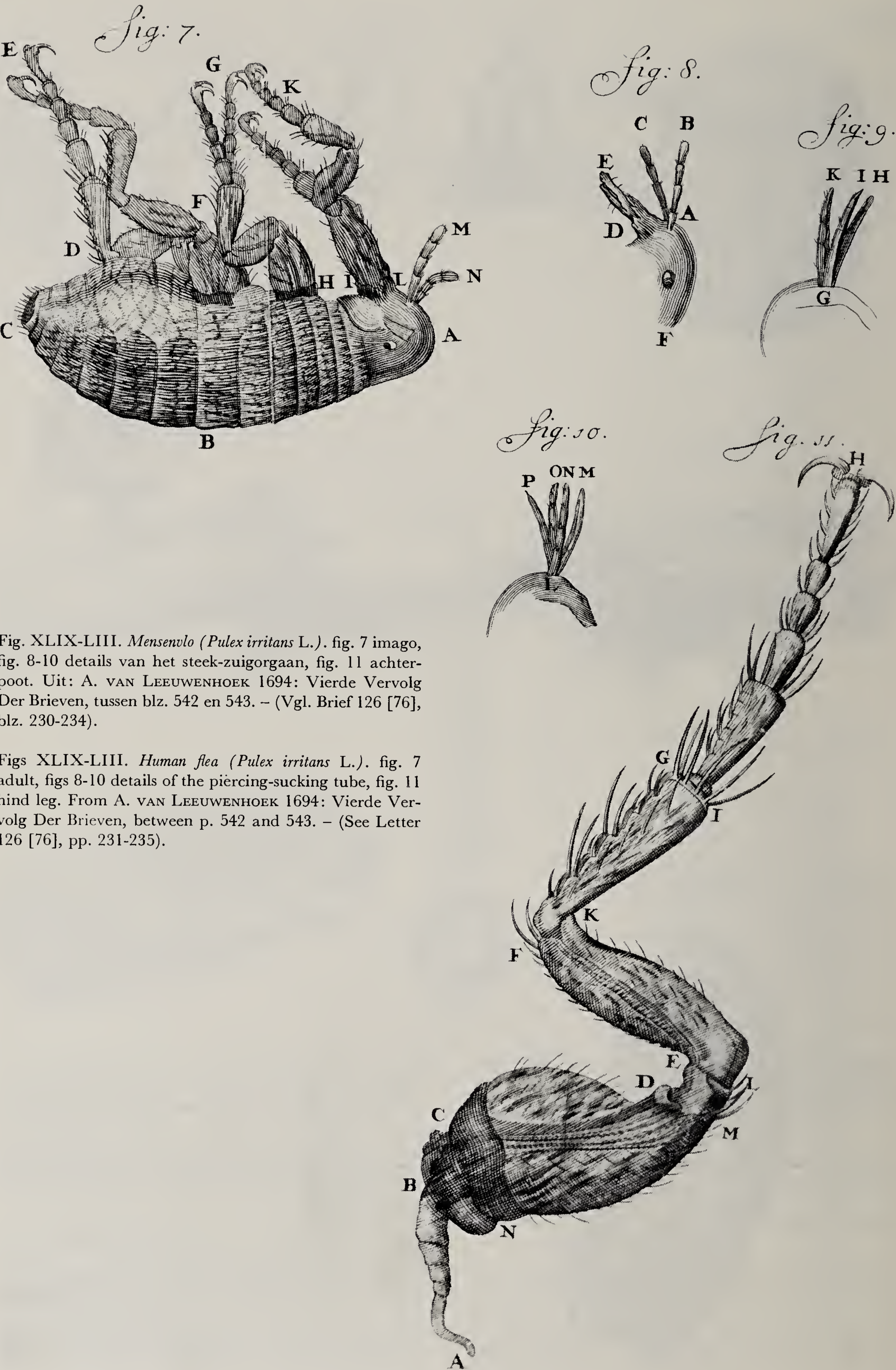
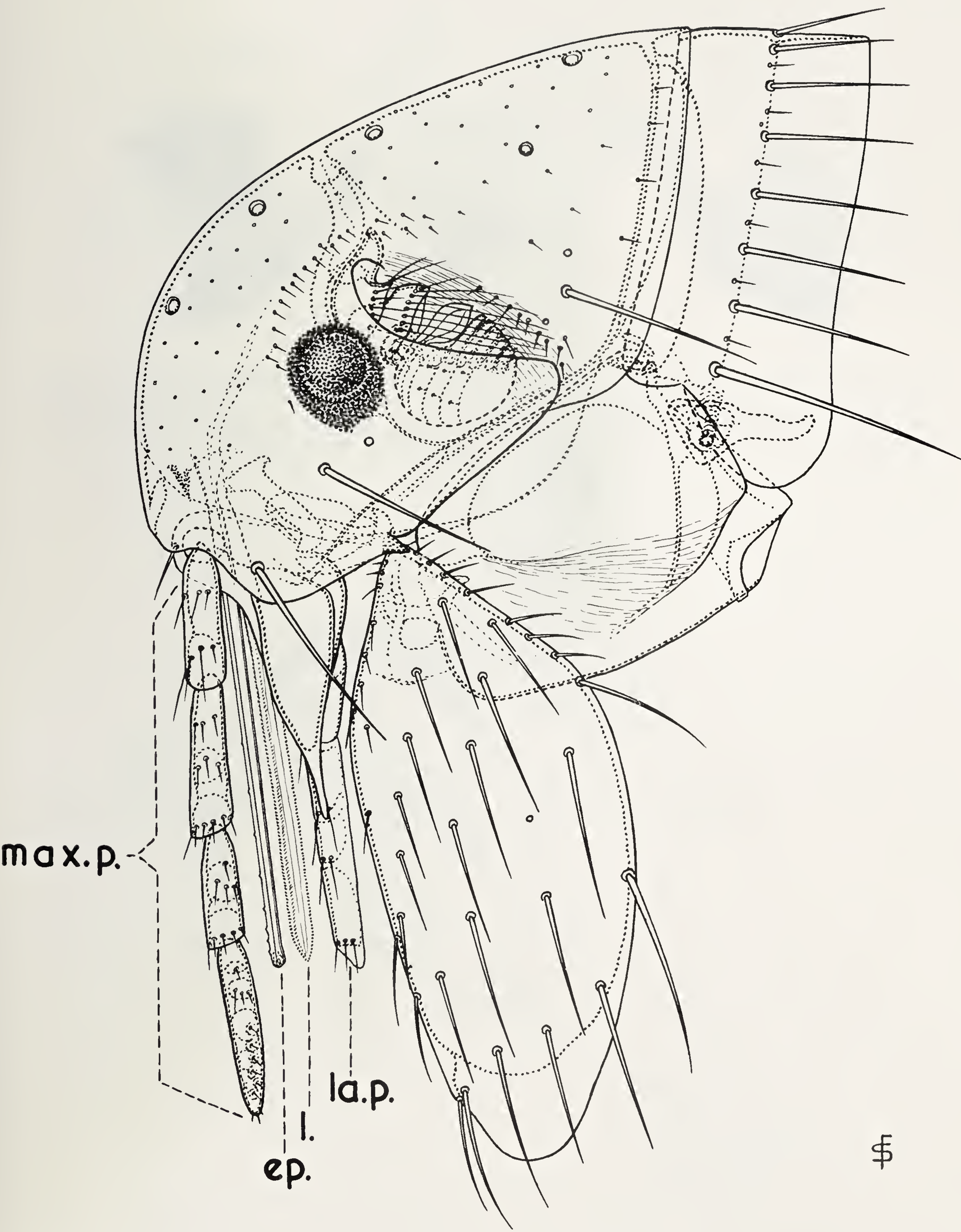


Fig. XLIX-LIII. *Mensenvlo (Pulex irritans* L.*)*. fig. 7 imago, fig. 8-10 details van het steek-zuigorgaan, fig. 11 achterpoot. Uit: A. VAN LEEUWENHOEK 1694: Vierde Vervolg Der Brieven, tussen blz. 542 en 543. – (Vgl. Brief 126 [76], blz. 230-234).

Figs XLIX-LIII. *Human flea (Pulex irritans* L.*)*. fig. 7 adult, figs 8-10 details of the piercing-sucking tube, fig. 11 hind leg. From A. VAN LEEUWENHOEK 1694: Vierde Vervolg Der Brieven, between p. 542 and 543. – (See Letter 126 [76], pp. 231-235).



Afb. 22. *Mensenvlo (Pulex irritans* L.*)*, ♀. kop, eerste borststuksegment en voor-coxa. max. p. = maxillaire palp, ep. = epipharynx, l. = lacinia, la. p. = labiale taster. – (Vgl. Brief 126 [76], blz. 234, aant. 130).

Ill. 22. *Human flea (Pulex irritans* L.*)*, ♀. head, prothorax and fore-coxa. max. p. = maxillary palp, ep. = epiharynx, l. = lacinia, la. p. = labial palp. – (See Letter 126 [76], p. 235, note 39).



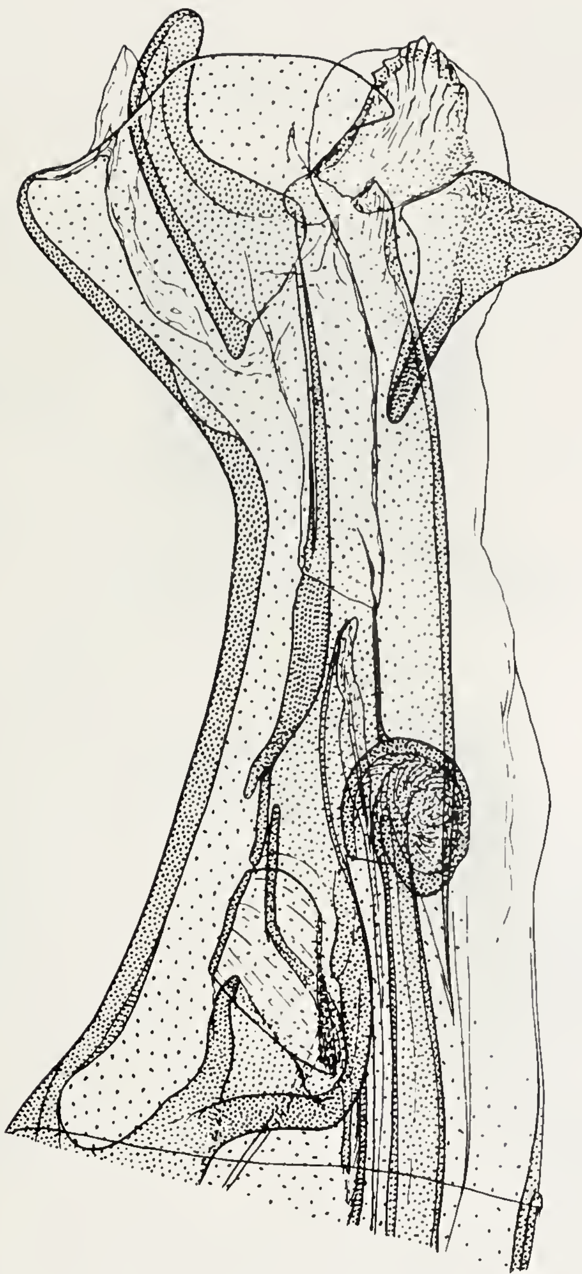
Fig. LIV-LVI. *Mensenvlo (Pulex irritans* L.*)*, ♂. fig. 12 en 14 eind van abdomen met geslachtsorganen, fig. 13 paramere. Uit: A. van Leeuwenhoek 1694: Vierde Vervolg Der Brieven, tussen blz. 542 en 543. – (Vgl. Brief 126 [76], blz. 240-242).

Figs LIV-LVI. *Human flea (Pulex irritans* L.*)*, ♂. figs 12 and 14 terminal abdominal segments and genitals, fig. 13 paramere. From A. van Leeuwenhoek 1694: Vierde Vervolg Der Brieven, between p. 542 and 543. – (See Letter 126 [76], pp. 241-243).



Afb. 23. *Mensenvlo (Pulex irritans* L.*)*, ♂. paramere (met aan de binnenzijde de twee tangvormige telomeren) en het L-vormige negende sterniet. – (Vgl. Brief 126 [76], blz. 242, aant. 163).

Ill. 23. *Human flea (Pulex irritans* L.*)*, ♂. paramere (with two pincer-shaped telomeres on inner side) and L-shaped nineth sternum. – (See Letter 126 [76], p. 243, note 53).



Afb. 24. *Mensenvlo (Pulex irritans* L.*)*, ♂. aedeagus. – (Vgl. Brief 126 [76], blz. 242, aant. 163).

Ill. 24. *Human flea (Pulex irritans* L.*)*, ♂. aedeagus. – (See Letter 126 [76], p. 243, note 53).



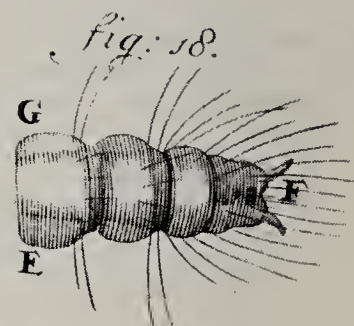


Fig. LVII-LXI. *Mensenvlo (Pulex irritans* L.*)*. fig. 15 eind van abdomen met geslachtsorganen, ♀, fig. 16 eind van abdomen met geslachtsorganen, ♂, fig. 17 kop en de eerste drie segmenten van de larve, fig. 18 achterste vier segmenten van de larve, fig. 19 copulatie. Uit: A. van Leeuwenhoek 1694: Vierde Vervolg Der Brieven, tussen blz. 542 en 543. – (Vgl. Brief 126 [76], blz. 244-252).

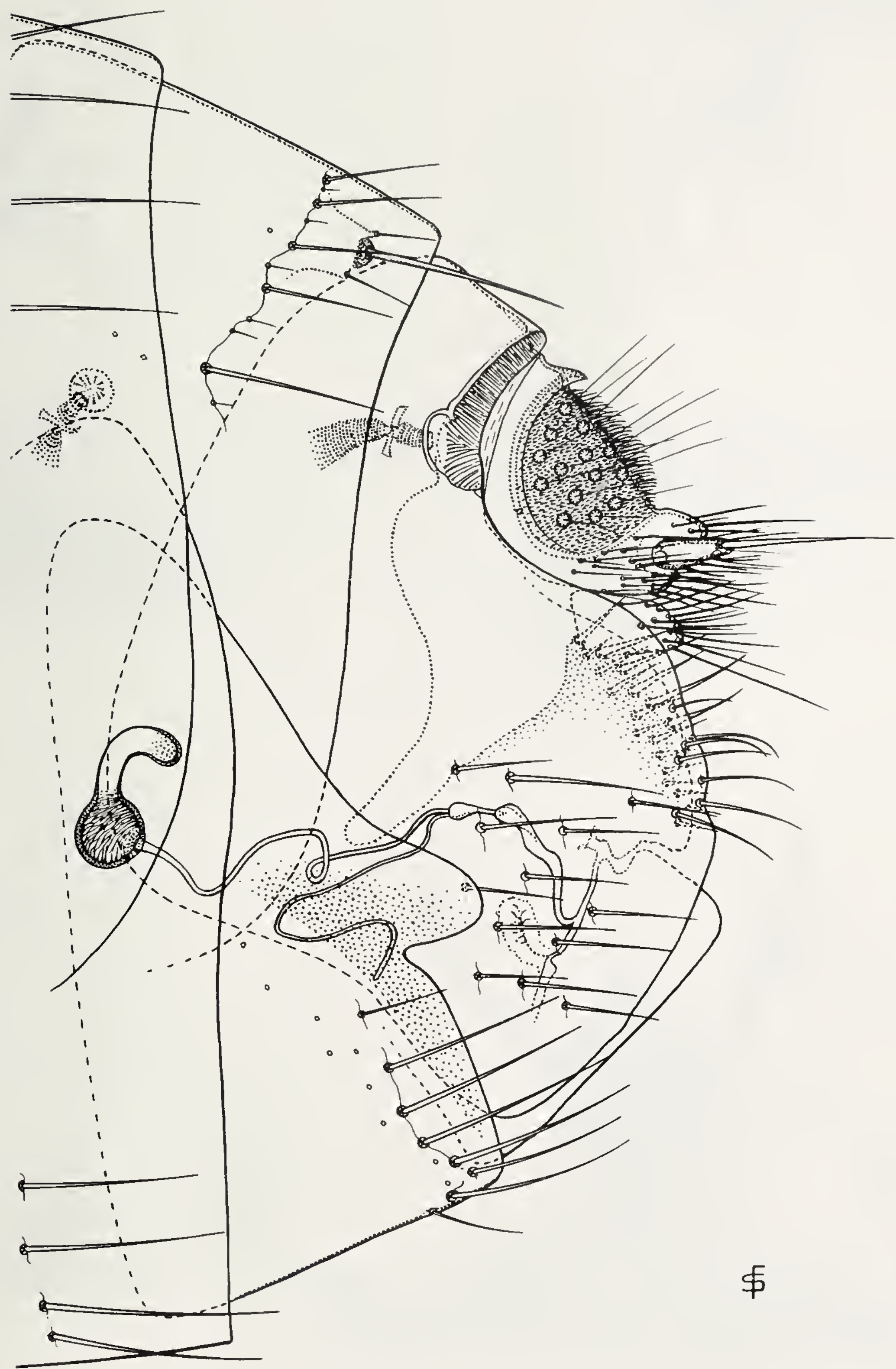
Figs LVII-LXI. *Human flea (Pulex irritans* L.*)*. fig. 15 terminal abdominal segments and genitals, ♀, fig. 16 terminal abdominal segments and genitals, ♂, fig. 17 head and the first three segments of the larva, fig. 18 terminal four segments of the larva, fig. 19 copulation. From A. van Leeuwenhoek 1694: Vierde Vervolg Der Brieven, between p. 542 and 543. – (See Letter 126 [76], pp. 245-253).





Fig. LXII. *„Glaasje" voor de bestudering van vlooien.* Uit: A. van Leeuwenhoek 1694: Vierde Vervolg Der Brieven, tussen blz. 542 en 543. – (Vgl. Brief 126 [76], blz. 254).

Fig. LXII. *„Little flask" for the study of fleas.* From A. van Leeuwenhoek 1694: Vierde Vervolg Der Brieven, between p. 542 and 543. – (See Letter 126 [76], p. 255).



Afb. 25. *Mensenvlo (Pulex irritans* L.*)*, ♀. Eind van abdomen met geslachtsorganen. – (Vgl. Brief 126 [76], blz. 244, aant. 167).

Ill. 25. *Human flea (Pulex irritans* L.*)*, ♀. Terminal abdominal segments and genitals. – (See Letter 126 [76], p. 245, note 54).



Fig. LXIII-LXVII. „*Hemelt*" *of* „*Spek-eeter*" (*Tipula paludosa* Meigen). fig. 1 larve, fig. 2 pop, fig. 3 afgestroopte huid van de larve, fig. 4 imago, fig. 5 vrouwelijke imago. Uit: A. van Leeuwenhoek 1694: Vierde Vervolg Der Brieven, tussen blz. 576 en 577. – (Vgl. Brief 129 [77], blz. 276-280).

Figs LXIII-LXVII. „*Leather-jacket*" *or* „*Crane-fly*" (*Tipula paludosa* Meigen). fig. 1 larva, fig. 2 pupa, fig. 3 stripped skin of the pupa, fig. 4 adult, fig. 5 female adult. From A. van Leeuwenhoek 1694: Vierde Vervolg Der Brieven, between p. 576 and 577. – (See Letter 129 [77], pp. 277-281).

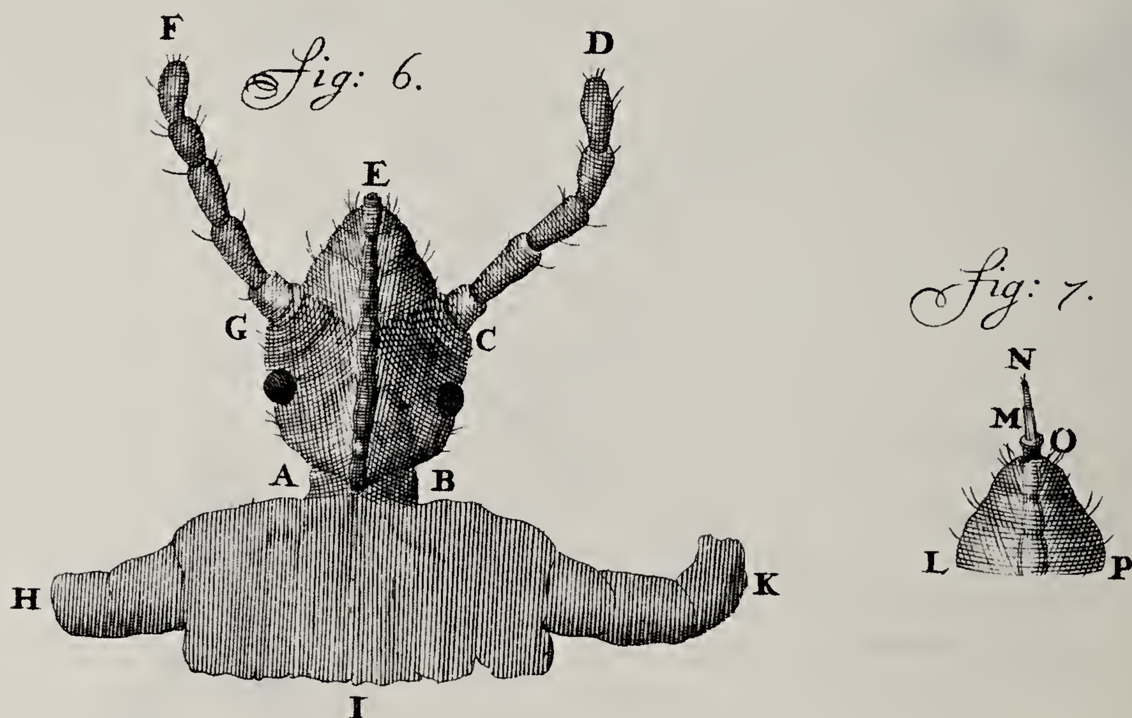
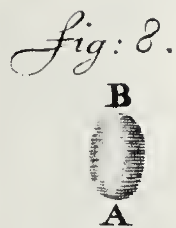


Fig. LXVIII-LXIX. *Luis*. fig. 6-7 kop. Uit: A. van Leeuwenhoek 1694: Vierde Vervolg Der Brieven, tussen blz. 576 en 577. – (Vgl. Brief 129 [77], blz. 290-294).

Figs LXVIII-LXIX. *Louse*. figs 6-7 head. From A. van Leeuwenhoek 1694: Vierde Vervolg Der Brieven, between p. 576 and 577. – (See Letter 129 [77], pp. 291-295).



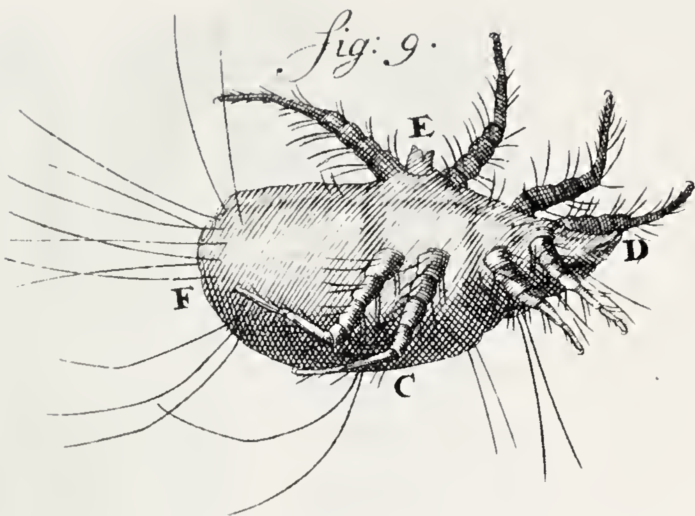
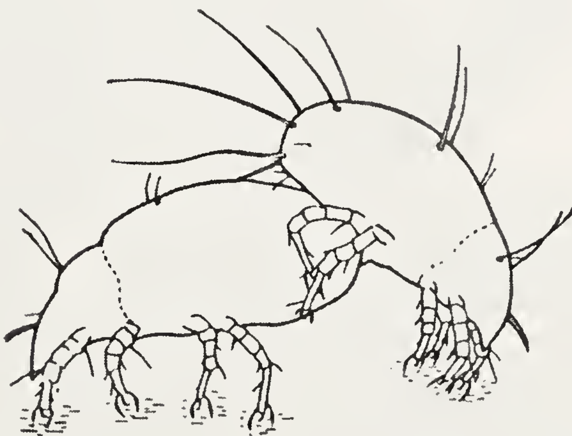




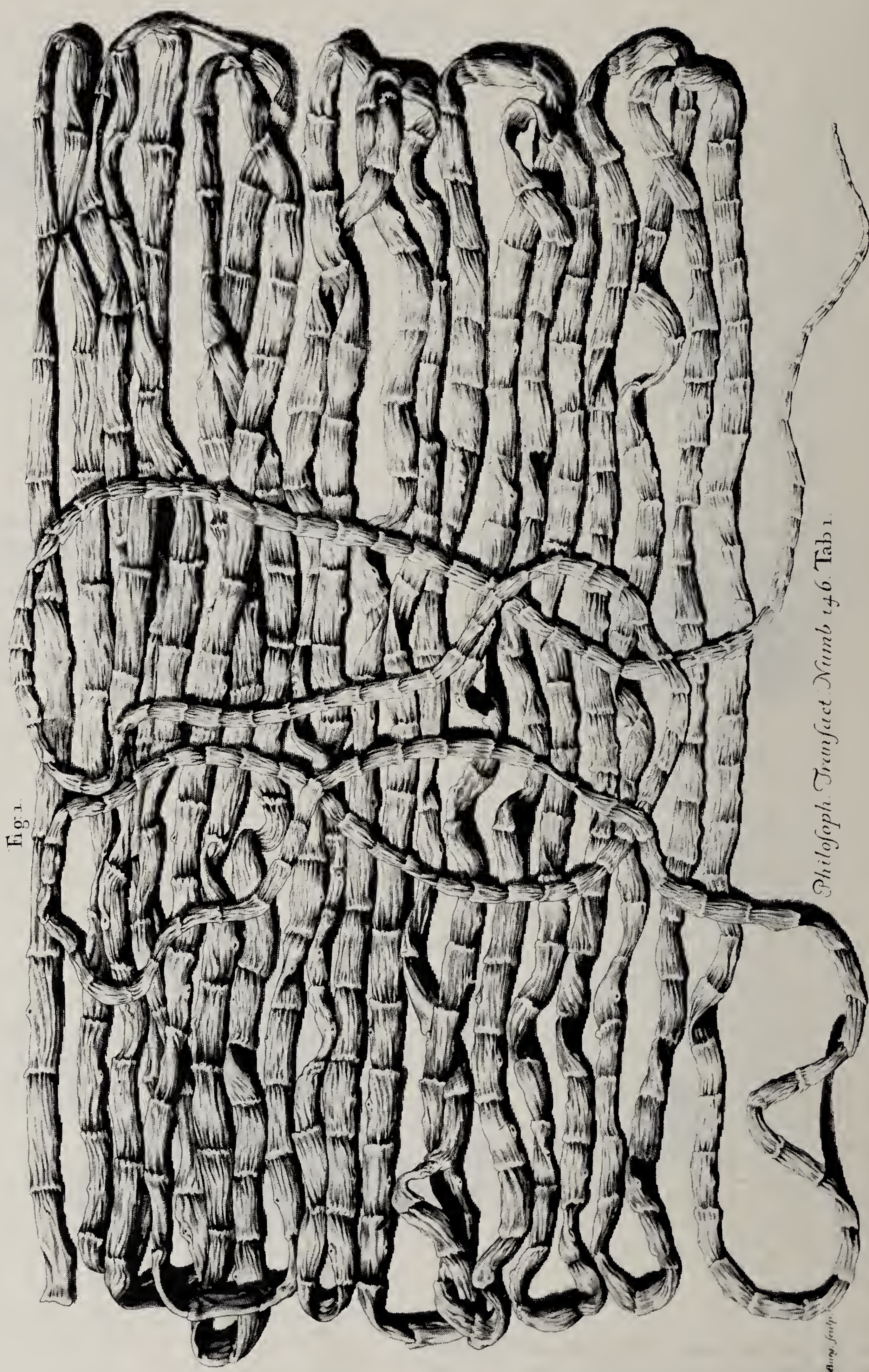
Fig. LXX-LXXII. *Mijt.* fig. 8 ei, fig. 9 imago, fig. 10 copulerende mijten. Uit: A. VAN LEEUWENHOEK 1694: Vierde Vervolg Der Brieven, tussen blz. 576 en 577. – (Vgl. Brief 129 [77], blz. 306-310).

Figs LXX-LXXII. *Mite.* fig. 8 egg, fig. 9 adult, fig. 10 copulating mites. From A. VAN LEEUWENHOEK 1694: Vierde Vervolg Der Brieven, between p. 576 and 577. – (See Letter 129 [77], pp. 307-311).



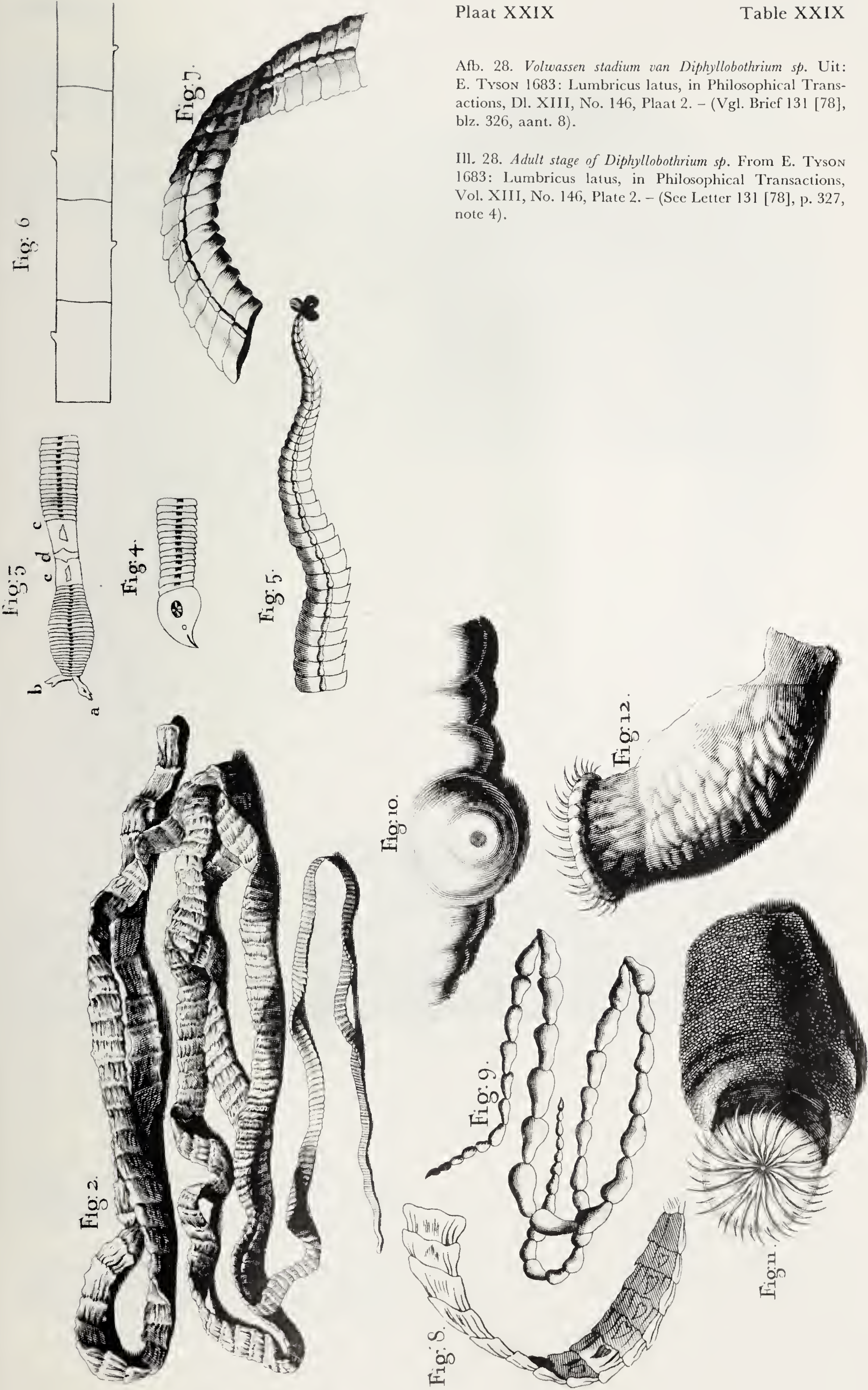
Afb. 26. *Copulerende mijten.* Uit: Zeitschrift für Morphologie und Ökologie der Tiere, Dl. 2, blz. 17, afb. 7. – (Vgl. Brief 129 [77], blz. 310, aant. 198).

Ill. 26. *Copulating mites.* From Zeitschrift für Morphologie und Ökologie der Tiere, Vol. 2, p. 17, ill. 7. – (See Letter 129 [77], p. 311, note 56).



Afb. 27. *Volwassen stadium van Taenia saginata* L. Uit: E. Tyson 1683: Lumbricus latus, in Philosophical Transactions, Dl. XIII, No. 146, Plaat 1. – (Vgl. Brief 131 [78], blz. 326, aant. 8).

Ill. 27. *Adult stage of Taenia saginata* L. From E. Tyson 1683: Lumbricus latus, in Philosophical Transactions, Vol. XIII, No. 146, Plate 1. – (See Letter 131 [78], p. 327, note 4).



Plaat XXIX — Table XXIX

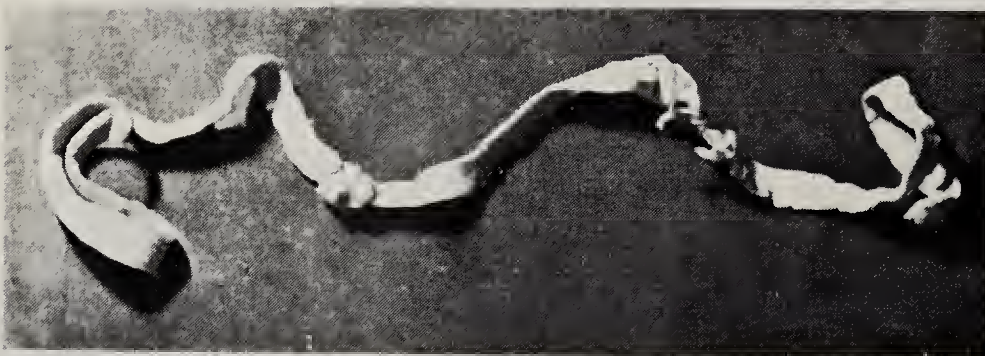
Afb. 28. *Volwassen stadium van Diphyllobothrium sp.* Uit: E. TYSON 1683: Lumbricus latus, in Philosophical Transactions, Dl. XIII, No. 146, Plaat 2. – (Vgl. Brief 131 [78], blz. 326, aant. 8).

Ill. 28. *Adult stage of Diphyllobothrium sp.* From E. TYSON 1683: Lumbricus latus, in Philosophical Transactions, Vol. XIII, No. 146, Plate 2. – (See Letter 131 [78], p. 327, note 4).



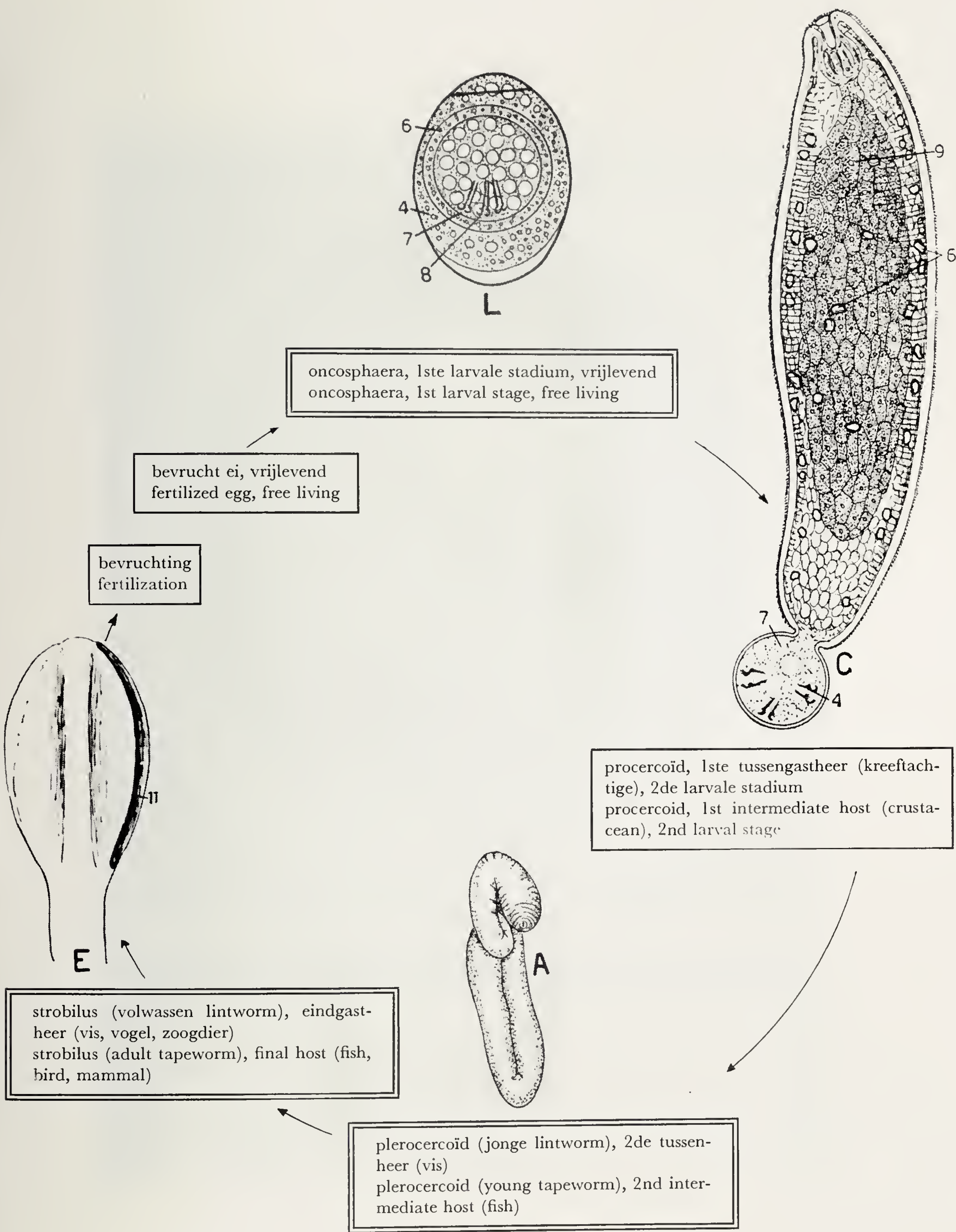
Afb. 29. *Volwassen stadium van Triaenophorus lucii* Mueller. kop. Uit: H. H. Reichenbach-Klinke 1966: Krankheiten und Schädigungen der Fische, blz. 193, afb. 223. – (Vgl. Brief 131 [78], blz. 328, aant. 19).

Ill. 29. *Adult stage of Triaenophorus lucii* Mueller. head. From H. H. Reichenbach-Klinke 1966: Krankheiten und Schädigungen der Fische, p. 193, ill. 223. – (See Letter 131 [78], p. 329, note 7).



Afb. 30. *Plerocercoïd van Ligula intestinalis* Goeze. Uit: H. H. Reichenbach-Klinke 1966: Krankheiten und Schädigungen der Fische, blz. 204, afb. 237. – (Vgl. Brief 131 [78], blz. 334, aant. 48).

Ill. 30. *Plerocercoid of Ligula intestinalis* Goeze. From H. H. Reichenbach-Klinke 1966: Krankheiten und Schädigungen der Fische, p. 204, ill. 237. – (See Letter 131 [78], p. 335, note 17).



Afb. 31. *Levenscyclus van Diphyllobothrium, vereenvoudigd.* L. oncosphaera met drie paren haken (8), C. procercoïd, A. plerocercoïd, E. scolex (kop) met bothriën (11). Uit: L. H. Hyman 1951: The Invertebrates: Platyhelminthes and Rhynchocoela, Dl. 2, resp. fig. 136, 139, 158 en 127. Stadia waargenomen door Leeuwenhoek zijn aangegeven door een dubbel omlijnd kader. – (Vgl. Brief 131 [78], blz. 340, aant. 66).

Ill. 31. *Life cycle of Diphyllobothrium, simplified.* L. oncosphere with three pairs of hooks (8), C. procercoid, A. plerocercoid, E. scolex (head) with bothria (11). From L. H. Hyman 1951: The Invertebrates: Platyhelminthes and Rhynchocoela, Vol. 2, figs 136, 139, 158 and 127 resp. Stages observed by Leeuwenhoek are being explained by an entry within a double frame. – (See Letter 131 [78], p. 341, note 23).



Afb. 21. *Theodorus Cranen (1620–1690)*. Prentenkabinet, Rijksuniversiteit Leiden. – (Vgl. Brief 122 [74], blz. 120, aant. 166).

Ill. 21. *Theodorus Cranen (1620–1690)*. Prentenkabinet, Rijksuniversiteit Leiden. – (See Letter 122 [74], p. 121, note 76).